



# **UNIVERSIDAD DE CUENCA**

## **Facultad de Ingeniería**

### **Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones**



#### **Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**

##### **Tema:**

Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha

##### **Director:**

Ing. Edgar Efraín Ochoa Figueroa

##### **Estudiantes**

Juan Carlos Campoverde Pacheco

María Belén Ordóñez Parra

**Cuenca - Ecuador  
2015**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen .....	8
Abstract .....	9
Palabras Clave .....	10
Cláusula de derechos de autor.....	11
Cláusula de derechos de autor.....	12
Cláusula de Propiedad Intelectual .....	13
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	14
Dedicatoria .....	15
Dedicatoria .....	16
Agradecimiento .....	17
Agradecimientos.....	18
1. Capítulo 1 – Introducción .....	19
1.1. Problema de investigación.....	19
1.1.1. ANTECEDENTES.....	19
1.1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	20
1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	20
1.1.4. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.1.5. OBJETIVO ESPECÍFICOS .....	21
1.1.6. ALCANCE .....	21
1.2. Marco teórico.....	21
1.2.1. REDES PASIVAS .....	21
1.2.2. BPON (BROADBAND PASIVE OPTICAL NETWORK) .....	22
1.2.3. EPON (ETHERNET PASIVE OPTICAL NETWORK) .....	23
1.2.4. GPON (GIGABIT PASIVE OPTICAL NETWORK).....	24
2. Capítulo 2 – Levantamiento de la zona de dispersión .....	25
2.1. Descripción general de la red actual de Etapa EP .....	25
2.2. Cuadras, Predios y Planillas .....	26
2.2.1. MANZANAS Y PREDIOS .....	26
2.2.2. PLANILLAS.....	27
2.3. Trabajo de campo.....	28
2.4. Tabulación de la información .....	31
3. Capítulo 3 – Estimación de la demanda .....	32
3.1. Tasa de crecimiento poblacional.....	32
3.1.1. ADULTOS MAYORES.....	34

3.2.	Crecimiento Vertical de las ciudades .....	36
3.2.1.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CRECIMIENTO VERTICAL.....	37
3.2.2.	CRECIMIENTO VERTICAL EN LA ZONA TOTORACocha.....	39
3.3.	Crecimiento poblacional en la cabecera Totoracocha.....	41
3.3.1.	CÁLCULO DE LA DEMANDA INICIAL DENTRO DE LA CABECERA TOTORACocha.....	41
3.3.2.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CABECERA TOTORACocha.....	42
4.	Capítulo 4 – Materiales a ser utilizados por Etapa EP.....	47
4.1.	Tecnología usada en la red .....	47
4.1.1.	ARQUITECTURA PARA LA RED GPON .....	48
4.2.	Esquema general de la red.....	50
4.2.1.	DIFERENCIACIÓN DE LAS ETAPAS DE LA RED GPON .....	51
4.2.2.	CORE .....	51
4.2.3.	ALIMENTACIÓN.....	52
4.2.4.	DISTRIBUCIÓN .....	52
4.2.5.	ACCESO .....	53
4.3.	Materiales por cada etapa de red .....	54
4.3.1.	ELEMENTOS A USARSE EN EL CORE.....	55
4.3.2.	ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE ALIMENTACIÓN .....	57
4.3.3.	ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	61
4.3.4.	ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE ACCESO.....	68
4.3.5.	ELEMENTOS A USARSE EN VARIOS PUNTOS .....	72
5.	Capítulo 5 – Diseño de red .....	76
5.1.	Formación de Distritos.....	76
5.2.	Red de Alimentación.....	80
5.3.	Red de Distribución .....	81
5.4.	Capas en GIS.....	84
6.	Capítulo 6 – Presupuesto .....	86
6.1.	Costos de los materiales.....	86
6.2.	Costos por hora de los equipos de instalación y chequeo.....	89
6.3.	Costo por hora de la mano de obra .....	90
6.4.	Presupuesto para materiales .....	91
6.5.	Presupuesto para rubros de suministro e instalación.....	93
6.5.1.	BASTIDOR REPARTIDOR PARA CABECERA DE FIBRA ÓPTICA.....	94
6.5.2.	BLOQUE DE BANDEJAS DE 144 HILOS PARA REPARTIDOR .....	95
6.5.3.	BANDEJA GUÍA DE 100MM X 150MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES (INCLUYE ACCESORIOS PARA LA RUTA Y GASTADORES DE RESERVA).....	96
6.5.4.	BANDEJA GUÍA DE 100MM X 100MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES (INCLUYE ACCESORIOS PARA LA RUTA).....	97
6.5.5.	PATCHCORD 2MM DE DIÁMETRO, 20M DE LONGITUD, CON TERMINACIONES PRECONECTORIZADAS SC/APC.....	98
6.5.6.	SUBIDA A POSTE O PARED.....	99



6.5.7.	SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN CÁMARA .....	100
6.5.8.	SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN POZO.....	101
6.5.9.	SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE RESERVA DE CABLE ÓPTICO O CAJA EN CÁMARA ..	102
6.5.10.	HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN SIMPLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE.....	103
6.5.11.	HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN DOBLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE.....	104
6.5.12.	HERRAJERÍA DE SUSPENSIÓN DE CABLE ÓPTICO EN POSTE .....	105
6.5.13.	HERRAJERÍA PARA SUJECCIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE .....	106
6.5.14.	HERRAJERÍA PARA SUJECCIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN PARED .....	107
6.5.15.	TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA PARA ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	108
6.5.16.	COLOCACIÓN DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN .....	109
6.5.17.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN HOGARES.....	110
6.6.	Presupuestos para rubros de mano de obra .....	111
6.6.1.	MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA TERMINAL CON EMPALME DE FUSIÓN DE 1 HILO .....	113
6.6.2.	MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PASO CON SANGRADO Y EMPALME 1 HILO .....	114
6.7.	Resumen del presupuesto e instalación .....	115
6.7.1.	PRESUPUESTO TOTAL PARA EL DESPLIEGUE DE LA RED EN UN DISTRITO LA CABECERA TOTORACOA.....	115
6.7.2.	ELEMENTOS RELEVANTES EN LA RED .....	115
6.7.3.	LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA RED.....	115
RECOMENDACIONES .....		116
CONCLUSIONES.....		117
BIBLIOGRAFÍA .....		119

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PÉRDIDAS EN BPON.....	23
TABLA 2 PÉRDIDAS EN EPON.....	23
TABLA 3 PÉRDIDAS EN GPON.....	24
TABLA 4 COMBINACIÓN DE VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN PARA FTTH-GPON (TOMADO DE ITU-R G.984.1).....	24
TABLA 5 CATEGORÍAS PARA LOS ABONADOS DE TELEFONÍA DE LA EMPRESA ETAPA EP. INFORMACIÓN OBTENIDA DE ETAPA EP (EP, 2015).....	25
TABLA 6 EJEMPLO DE PLANILLA LLENA, LUEGO DE REALIZA EL LEVANTAMIENTO DE LA MANZANA. ....	30
TABLA 7 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN POR CIUDADES SEGÚN EDADES (TOMADO DEL INEC). ....	33
TABLA 8 CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA CIUDAD DE CUENCA (INEC) .....	33
TABLA 9 TOTAL DE ADULTOS MAYORES EN LA CIUDAD DE CUENCA. (AÑO 2015-INEC).....	34
TABLA 10 PORCENTAJE DE ADULTOS MAYORES QUE VIVEN SOLOS. ....	35
TABLA 11 NUEVOS EDIFICIOS A CONSTRUIRSE EN EL SECTOR TOTORACocha.....	38
TABLA 12 TOTAL DE DEPARTAMENTOS PROYECTADOS HASTA EL 2020 .....	40
TABLA 13 RESUMEN DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA LA CABECERA TOTORACocha.....	46
TABLA 14 CARACTERÍSTICAS DEL REPARTIDOR ÓPTICO.....	56
TABLA 15 CARACTERÍSTICAS DE LA BANDEJA DE CONEXIÓN DE FIBRA CANOVATE .....	57
TABLA 16 CARACTERÍSTICAS DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN (CORNING, 2015).....	62
TABLA 17 CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DE ACCESO (FURUKAWA, 2015).....	68
TABLA 18 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE ÓPTICO DE ACCESO.....	69
TABLA 19 CARACTERÍSTICAS DEL PIGTAIL SC/APC .....	74
TABLA 20 ATRIBUTOS PARA LAS CAPAS EN GIS .....	85
TABLA 21 COSTOS DE LOS MATERIALES.....	88
TABLA 22 COSTOS POR HORA DE LOS EQUIPOS DE INSTALACIÓN Y CHEQUEO .....	90
TABLA 23 COSTO POR HORA DE LA MANO DE OBRA.....	90
TABLA 24 MATERIALES .....	92
TABLA 25 PRESUPUESTO PARA RUBROS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN .....	93
TABLA 26 BASTIDOR REPARTIDOR PARA CABECERA DE FIBRA ÓPTICA .....	94
TABLA 27 BLOQUE DE BANDEJAS DE 144 HILOS PARA REPARTIDOR.....	95
TABLA 28 BANDEJA GUÍA DE 100MM X 150MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES.....	96
TABLA 29 BANDEJA GUÍA DE 100MM X 100MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES.....	97
TABLA 30 PATCHCORD 2MM DE DIÁMETRO, 20M DE LONGITUD, CON TERMINACIONES PRECONECTORIZADAS SC/APC.....	98
TABLA 31 SUBIDA A POSTE O PARED.....	99
TABLA 32 SUJECIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN CÁMARA.....	100
TABLA 33 SUJECIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN POZO .....	101
TABLA 34 SUJECIÓN Y ETIQUETADO DE RESERVA DE CABLE ÓPTICO O CAJA EN CÁMARA.....	102
TABLA 35 HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN SIMPLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE .....	103
TABLA 36 HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN DOBLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE .....	104
TABLA 37 HERRAJERÍA DE SUSPENSIÓN DE CABLE ÓPTICO EN POSTE .....	105
TABLA 38 HERRAJERÍA PARA SUJECIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE.....	106
TABLA 39 TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA PARA ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	108

TABLA 40 COLOCACIÓN DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN .....	109
TABLA 41 INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN HOGARES .....	110
TABLA 42 PRESUPUESTOS PARA RUBROS DE MANO DE OBRA.....	112
TABLA 43 MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA TERMINAL CON EMPALME DE FUSIÓN DE 1 HILO.....	113
TABLA 44 MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PASO CON SANGRADO Y EMPALME 1 HILO.....	114
TABLA 45 PRESUPUESTO TOTAL DE LA RED PARA UN DISTRITO .....	115
TABLA 46 ELEMENTOS RELEVANTES DE LA RED .....	115
TABLA 47 CAPACIDAD TOTAL INSTALADA EN EL DISTRITO .....	115

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 NUMERACIÓN DE MANZANAS, REALIZADO EN MICROSTATION. ....	26
ILUSTRACIÓN 2 NUMERACIÓN DE PREDIOS EN CADA MANZANA. REALIZADO EN MICROSTATION.....	27
ILUSTRACIÓN 3 MODELO DE PLANILLA PARA LEVANTAMIENTO DE LA ZONA DE DISPERSIÓN. ....	28
ILUSTRACIÓN 4 MANZANA CON SU RESPECTIVA NUMERACIÓN Y SIMBOLOGÍA. ....	29
ILUSTRACIÓN 5 CLIENTES GEO-REFERENCIADOS EN LOS PREDIOS.....	31
ILUSTRACIÓN 6 CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA CIUDAD DE CUENCA (INEC) .....	34
ILUSTRACIÓN 7 PORCENTAJE DE ADULTOS MAYORES QUE VIVEN SOLOS .....	35
ILUSTRACIÓN 8 PORCENTAJE DE POBLACIÓN ÚTIL PARA EL ANÁLISIS.....	36
ILUSTRACIÓN 9 APROXIMACIÓN LINEAL DEL COMPORTAMIENTO REAL DEL CRECIMIENTO DE EDIFICIOS EN LA ZONA DE TOTORACOCOA.....	39
ILUSTRACIÓN 10 CANTIDAD INICIAL DE PERSONAS A CONSIDERAR Y DESCARTAR PARA LA PROYECCIÓN ....	44
ILUSTRACIÓN 11 RESUMEN DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA LA CABECERA TOTORACOCOA .....	46
ILUSTRACIÓN 12 DIVISIÓN ÓPTICA Y CABLEADO DESDE EL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN HACIA LAS MANGAS	47
ILUSTRACIÓN 13 DIVISIÓN ÓPTICA DESDE LA CAJA DE DISTRIBUCIÓN HACIA LOS CLIENTES .....	48
ILUSTRACIÓN 14 RED ÓPTICA PASIVA GPON EN ESTRELLA EXTENDIDA.....	49
ILUSTRACIÓN 15 ESQUEMA GENERAL DE LA RED GPON .....	50
ILUSTRACIÓN 16 ESTRUCTURA PERTENECIENTE AL CORE DE LA RED GPON .....	51
ILUSTRACIÓN 17 ESQUEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA RED .....	52
ILUSTRACIÓN 18 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED .....	53
ILUSTRACIÓN 19 ESQUEMA DE LA CAPA DE ACCESO .....	54
ILUSTRACIÓN 20 REPARTIDOR ÓPTICO DE MARCA CANOVATE .....	55
ILUSTRACIÓN 21 MÓDULOS CANOVATE .....	56
ILUSTRACIÓN 22 BANDEJAS DE CONEXIÓN DE FIBRA CANOVATE .....	56
ILUSTRACIÓN 23 CABLE DE FIBRA ÓPTICA DE 144 HILOS PARA LA RED DE ALIMENTACIÓN (FIBREFAB, 2015) .....	58
ILUSTRACIÓN 24 DIÁMETRO MÁXIMO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA. ....	58
ILUSTRACIÓN 25 MANGA SUBTERRÁNEA (CIEMTELCOM, 2015).....	59
ILUSTRACIÓN 26 CABLE DE LA MAGA HACIA EL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.....	60
ILUSTRACIÓN 27 DIÁMETRO DE LA FIBRA QUE VA A DISTRIBUCIÓN.....	61
ILUSTRACIÓN 28 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN CORNING (CORNING, 2015).....	62
ILUSTRACIÓN 29 CABLE DE DISTRIBUCIÓN DE 48 HILOS.....	63
ILUSTRACIÓN 30 DIÁMETRO DEL CABLE DISTRIBUCIÓN.....	64



ILUSTRACIÓN 31 CABLE DE DISTRIBUCIÓN DE MANGA A LA CAJA.....	64
ILUSTRACIÓN 32 DIÁMETRO DEL CABLE DE DISTRIBUCIÓN DE MANGA A LA CAJA.....	65
ILUSTRACIÓN 33 MANGA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA (CORNING, S.F.) .....	66
ILUSTRACIÓN 34 MANGA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA. ....	66
ILUSTRACIÓN 35 CAJA DE DISTRIBUCIÓN (FURUKAWA, 2015) .....	67
ILUSTRACIÓN 36 CAJA DE DISTRIBUCIÓN .....	67
ILUSTRACIÓN 37 CABLE DE ACCESO ÓPTICO (COMUNITELSA, 2015).....	69
ILUSTRACIÓN 38 CAJA DE ACCESO PARA LOS CLIENTES MODELO FK-ONU-G420R (TECNOREDSA, 2015) 70	
ILUSTRACIÓN 39 CAJA DE ACCESO PARA LOS CLIENTES MODELO FK-ONU-G420W (TECNOREDSA, 2015) 71	
ILUSTRACIÓN 40 SPLITTER ÓPTICO CORNING (CORNING, 2015) .....	72
ILUSTRACIÓN 41 SPLITTER ÓPTICO MARCA FURUKAWA MODELO 35500178 .....	73
ILUSTRACIÓN 42 PIGTAIL MARCA CORNING (CORNING, 2015).....	74
ILUSTRACIÓN 43 CONECTOR FC/APC MARCA CANOVATE (CANOVATE, 2015) .....	75
ILUSTRACIÓN 44 DISTRITOS FORMADOS EN LA CABECERA TOTORACocha.....	78
ILUSTRACIÓN 45 MANZANA DIVIDIDA, FORMANDO PARTE DE DOS DISTRITOS DIFERENTES. ....	78
ILUSTRACIÓN 46 NUMERACIÓN DE DISTRITOS.....	79
ILUSTRACIÓN 47 RED DE ALIMENTACIÓN, MANGAS DE ALIMENTACIÓN Y ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN.....	81
ILUSTRACIÓN 48 PREDIO ESQUINERO CON CAJA DE DISTRIBUCIÓN INTERNA.....	83
ILUSTRACIÓN 49 DISEÑO DE LA RED PARA EL DISTRITO 2 .....	83

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 PROYECCIÓN DE EDIFICIOS EN LA ZONA TOTORACocha.....	39
ECUACIÓN 2 CRECIMIENTO POBLACIONAL VERTICAL EN LA ZONA DE TOTORACocha .....	40
ECUACIÓN 3 RELACIÓN ENTRE CLIENTES MEDIDORES Y HOGARES.....	41
ECUACIÓN 4 NÚMERO DE PERSONAS EN LA CABECERA DE TOTORACocha .....	42
ECUACIÓN 5 TOTAL DE LA POBLACIÓN ESTIMADA PARA EL 2020 .....	42
ECUACIÓN 6 TOTAL DE ADULTOS MAYORES QUE VIVEN SOLOS EN TOTORACocha .....	43
ECUACIÓN 7 NÚMERO DE PERSONAS ÚTILES EN LA CABECERA TOTORACocha.....	43
ECUACIÓN 8 POBLACIÓN PROYECTADA PARA LA CABECERA TOTORACocha PARA EL 2020 .....	44
ECUACIÓN 9 TOTAL DE PERSONAS PROYECTADAS PARA EL 2020 INCLUIDO EL CRECIMIENTO VERTICAL PARA LA CABECERA TOTORACocha.....	45
ECUACIÓN 10 TOTAL DE CLIENTES FUTUROS .....	45
ECUACIÓN 11 TOTAL DE CLIENTES POR DISTRITO .....	76
ECUACIÓN 12 CLIENTES ACTUALES POR DISTRITO.....	77
ECUACIÓN 13 TOTAL DE DISTRITOS QUE SE PUEDEN SERVIR CON UN CABLE DE ALIMENTACIÓN .....	80



## Resumen

La implementación de redes de nueva generación es un cambio fundamental que toda empresa debe hacer para poder mantenerse competitiva y brindar un servicio de calidad a sus clientes.

Las redes de fibra óptica son una alternativa rentable y adecuada para brindar servicios de telecomunicaciones de alta capacidad a clientes que día a día requieren de mayores anchos de banda. La tecnología GPON es la más recomendada porque para subir o descargar información ocupa un solo hilo y no requiere de elementos activos para llegar al usuario final desde la central, otro aspecto por el cual la alternativa de GPON es la mejor, es porque posee un mayor ancho de banda con respecto de las otras tecnologías PON.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta para poder implementar la red es la estimación de la demanda de personas que requiera de este servicio, por lo cual la red debe dividirse en varias etapas que le permitan crecer de forma sostenible, para esto, se deben buscar materiales adecuados y que nos proporcionen esta posibilidad.

Después de un adecuado estudio de la demanda se tiene que lograr que la parte tecnológica este de acuerdo a la parte económica, puesto que si no es así, será imposible su implementación.

El proyecto tiene como propósito dar un servicio de calidad al cliente, respetando la economía de la empresa, con una red escalable y sostenible.





## **Abstract**

The deploying of new generation networks is a fundamental change that all Enterprises have to do if they want to stay competitive and provide a quality service to their clients.

Fiber optic networks are an effective alternative from economic point of view, and appropriate to provide high quality telecommunication services to clients that everyday require bigger bandwidths. GPON technology is the most appropriate because for upload or download information only needs one thread of fiber and it does not requires any active element to arrive to the final user from the main node; other aspect by which GPON is the best option, it's because has a bigger bandwidth with respect to other PON technologies.

We have very important aspects to take in mind if we want to deploy the network like the estimation of people demand that will require this service, by which the network should be divide in several stages that allow it to grow sustainably, for this, we have to search the right elements that will provide us this possibility.

After a proper research of demand, we have to achieve that the technological part be according to the economical part because if it is not, this implementation will not be possible.

The purpose of this project is give a quality service respecting the economy of the enterprise, with a scalable and sustainable network.



## Palabras Clave

Cabecera, ancho de banda, xDSL, FTTx, manzana, predio, distrito, red de alimentación, red de distribución, red de acceso, splitter, cámara, pozo, manga, ONT, OLT.


## Keywords

Header, bandwidth, xDSL, FTTH, block, property, district, mains, distribution network, access network, splitter, camera, pit, manga, ONT, OLT.

## Cláusula de derechos de autor

*Juan Carlos Campoverde Pacheco*, autor de la tesis “Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 13 de julio del 2015

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "JC Campoverde", sobre una línea horizontal.

Juan Carlos Campoverde Pacheco

C.I: 0104327804

## Cláusula de derechos de autor

*María Belén Ordóñez Parra*, autora de la tesis “Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 13 de julio del 2015

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "María Belén Ordóñez Parra", sobre una línea horizontal.

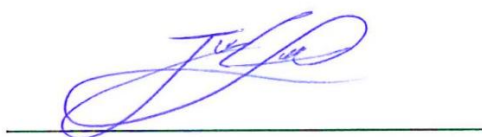
María Belén Ordóñez Parra

C.I: 0104845409

## Cláusula de Propiedad Intelectual

*Juan Carlos Campoverde Pacheco*, autor de la tesis “Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 13 de julio del 2015

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "JC Campoverde", sobre una línea horizontal.

Juan Carlos Campoverde Pacheco

C.I: 0104327804

## Cláusula de Propiedad Intelectual

*María Belén Ordóñez Parra*, autora de la tesis “Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 13 de julio del 2015

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "María Belén Ordóñez Parra", sobre una línea horizontal.

María Belén Ordóñez Parra

C.I: 0104845409



## Dedicatoria

A Belén, mi compañera de tesis que ha sido una gran compañera, amiga y a la cual le debo la mitad de este proyecto.

A mis hermanas Nataly y Mayra, por ser un claro ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mi abuelita Isabel, que con su trabajo y esfuerzo siempre nos ha ayudado.

A mi padre Juan, que es el más claro ejemplo que tengo de dedicación al estudio y de lo que un buen profesional debe ser.

Final y especialmente a mi madre que en todos los momentos duros de mi vida me acompaña y que ha sido mi más grande guía y consejera.

De todos ellos aprendí que la lucha diaria y el trabajo constante es la base fundamental para lograr las metas, lo gratificante del deber cumplido y que cada escalón que se ha avanzado debemos tenerlo como una base para lograr un objetivo mayor, pues el soñar es el sustento de la vida y hace que todo sea posible.

*Carlos*



## Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a mi mamá y papá, que gracias a su apoyo he llegado a cumplir todas las metas propuestas hasta esta etapa de mi vida.

A mi hermano que ha sido como un padre, maestro y amigo, que siempre está dispuesto a ayudarme.

A Carlos, amigo y compañero de tesis, por la amistad brindada y el apoyo para que este proyecto culmine.

A una persona que se encuentra lejos, pero que me enseñó a ser fuerte y confiar en mi misma.

Belén





## Agradecimiento

Quiero agradecer por este proyecto de tesis a Dios por darme la fortaleza para perseguir mis sueños.

A mis padres, que han sido pilar fundamental en mi formación y me vienen guiando por más de 20 años con el único propósito de forjarme como buenas personas y verme convertido en un buen profesional.

A mis hermanas, que me han visto luchar durante todo este largo camino y que han servido también como fuente de inspiración y apoyo para seguir adelante.

A Belén por el empeño y dedicación para culminar con este proyecto.

Al ingeniero Edgar Ochoa, por haber aceptado ser nuestro director de tesis y por haber brindado su apoyo y consejo para lograr este proyecto que esta por culminar.

A la ingeniera Sofía Arévalo por ayudarnos en las diferentes etapas de la tesis y por ser una excelente educadora.

A la ingeniera Mónica Carpio Becerra funcionaria de Etapa EP. por ser una de las personas más incondicionales a la hora de brindarnos conocimiento, recomendaciones y paciencia, sin duda la mejor guía que pudimos haber obtenido en la empresa y una persona maravillosa que nos apoyó en todo lo que estuvo a su alcance.

A mis amigos que han sido incondicionales y les tocó vivir gran parte de mis aciertos pero que me ayudaron siempre a levantarme en cada derrota.

Finalmente a la universidad que me formó y de la cual me siento profundamente orgulloso de pertenecer y a la cual espero representar dignamente en el ámbito laboral.

*Carlos*



## Agradecimientos

A Dios, por ser el amigo que nunca falla, incondicional y el cual me ha mostrado que siempre existe una luz sin importar que tan oscuro sea el camino.

A mis padres por enseñarme fuerza y perseverancia, además de su apoyo emocional y económico.

A mi hermano, por estar siempre conmigo y enseñarme que no estoy sola.

A la Ingeniera Mónica Carpio, funcionaria de Etapa EP. por el apoyo, los conocimientos y la paciencia que supo darnos durante el desarrollo de este proyecto, además de los consejos que no solo nos forman como profesionales, sino también como seres humanos.

Al Ingeniero Edgar Ochoa, por aceptar ser nuestro director de tesis y brindarnos toda la ayuda necesaria, los consejos y la comprensión que nos tuvo. También por toda la formación académica, es uno de los mejores maestros que he conocido.

A la Ingeniera Sofía Arévalo, que siempre nos motivó para que realicemos este proyecto de la mejor manera posible.

A Carlos por el esfuerzo y dedicación prestada al desarrollo del proyecto.

A mis amigos quienes me acompañaron a lo largo de este proceso, animándome y haciéndome sentir segura de mis capacidades.

Belén



## 1. Capítulo 1 – Introducción

### 1.1. Problema de investigación

#### 1.1.1. ANTECEDENTES

La gran variedad de servicios de telecomunicaciones que se han desarrollado en los últimos años poco a poco hacen que los usuarios requieran mayores velocidades en las tasas de transmisión para acceder a los mismos y esto ha hecho que las redes antiguas se saturen y que éstas busquen nuevas alternativas valiéndose de adelantos tecnológicos que les permitan manejar mayores anchos de banda.

La renovación de las tecnologías ha ayudado a las diferentes empresas a brindar sus servicios de la mejor manera posible en cuanto a calidad y ofreciendo innovación, siendo éstos bien acogidos por los usuarios ya que los servicios de telecomunicaciones con nuevas tecnologías brindan mejor calidad de servicio con mayor ancho de banda a precios similares o inclusive inferiores a los competidores.

En el caso de los servicios prestados por Etapa EP., la empresa siempre ha buscado satisfacer las necesidades de sus clientes, empezando por agua potable, alcantarillado, telefonía fija, y en la actualidad servicios de telecomunicaciones que son los han tenido más cambios en los últimos años, siendo la parte de telecomunicaciones la que mayores ingresos genera en la actualidad.

La gran demanda por servicios de Telecomunicaciones y lo poco que se puede manipular las redes de cobre para brindar mayores anchos de banda con tecnologías xDSL hacen que sea necesario un cambio tecnológico.

Etapa EP. requiere modernizar su red de telecomunicaciones como una de las claves para el éxito en el mercado, buscando nuevamente ser los primeros en ofertar nuevas alternativas tecnológicas en el cantón Cuenca, donde las cabeceras GPON serán las siguientes centrales: Centro, Ejido, Totoracocha, Laguna, Narancay, Ricaurte, Arenal, Cebollar, Patamarca, Challuabamba, Baños, Ramada, El Valle.

Etapa EP., como empresa va a cambiar toda la red de cobre por una red de fibra óptica alterna sin que esto se vea reflejado en el servicio que se presta actualmente a los usuarios, teniendo en cuenta que el cliente no debe pagar por la instalación de la nueva red, integrando en los dispositivos finales los antiguos servicios que se brindaba por red de cobre y ofreciendo la posibilidad de recibir los servicios que da la empresa con un mayor ancho de banda.



Los primeros pasos para el diseño de la red de fibra óptica ya han sido dados, puesto que Etapa EP., actualmente tiene una pequeña red de fibra óptica empresarial, el reto para los próximos años es cubrir todas las parroquias urbanas con esta nueva red.

#### 1.1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Se ve oportuno un cambio tecnológico ya que en un par de años la red de acceso actual (cobre) no soportará grandes tasas de transferencia de información, por lo que se ve necesaria la migración a una red de fibra óptica, la cual, soporta grandes anchos de banda requeridos no solo por los servicios de telecomunicaciones que se prestan actualmente, sino también para nuevos servicios que se puedan prestar a través de la misma.

Es necesario un estudio de las cabeceras y de la demanda del cantón Cuenca para dimensionar la red de forma adecuada, ya que los costos para Etapa EP., suponen una inversión muy elevada por lo cual es necesario un fundamento técnico con el mayor detalle, previendo se logre un uso óptimo de la red y cubriendo la zona en su totalidad, sin perder clientes en ninguno de los servicios de telecomunicaciones y dimensionando un crecimiento futuro.

#### 1.1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El estudio de las implicaciones que conlleva un recambio tecnológico hacia una red de fibra óptica utilizando GPON ayudaría a la empresa en los siguientes aspectos:

- Tener un sustento teórico que avale la implementación, enfocado en el sector de Totoracocha.
- Realizar un prediseño para la red GPON en el sector de Totoracocha (ODN).
- Estimar la cantidad de elementos necesarios para implementar la red.
- Aproximar el costo que tendrá los materiales de la red (ODN) en Totoracocha.

Y a la vez, la red obtendrá una mejora en:

- Un aumento sustancial en el ancho de banda entregado a los clientes.
- Capacidad de brindar nuevos servicios de telecomunicaciones.
- Mejora del cableado por un tendido de fibra hacia la casa (FTTH).

#### 1.1.4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha.



#### 1.1.5. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Analizar cómo se encuentra la red telefónica en el sector de Totoracocha, y levantamiento de la cantidad de usuarios por predio.
- Investigar sobre las herramientas en software que serán utilizadas para el diseño de la red GPON.
- Investigar la arquitectura de una red GPON según los parámetros dictados por los estándares internacionales.
- Estimar el crecimiento de la demanda de la zona para que en un futuro la red llegue a saturarse.
- Plantear un prediseño de la red de distribución y acceso para un distrito de la cabecera de Totoracocha, así como su red de alimentación, que pueda servir como un prototipo para su posterior implementación.
- Estimar un costo de la implementación de la red en un distrito en base a materiales.
- Documentar todo el proceso realizado.

#### 1.1.6. ALCANCE

En el estudio hemos visto importante tratar los siguientes aspectos:

- Área de cobertura: Usuarios que pertenecen a Etapa EP. localizados en el sector Totoracocha.
- Resultados: Una vez realizado el estudio se obtendrá un prediseño de red GPON (ODN) para un distrito de la cabecera de Totoracocha.
- Materiales: Estimar un total aproximado en cuanto a la cantidad de materiales como fibra óptica, cajas, mangas, splitters, etc a utilizarse en la propuesta de red.

### 1.2. Marco teórico

#### 1.2.1. REDES PASIVAS

Se conocen como redes pasivas a las redes de fibra óptica que están compuestas por elementos pasivos en la parte de distribución es decir no usan fuentes externas de alimentación para regenerar o amplificar la señal una vez que esta fue emitida desde la central y necesitan menos equipamiento para la conversión electro-óptica. Los principales componentes de una red pasiva son:

- OLT: Optical Line Terminal ubicado en la central.

- Splitter: elementos pasivos que dividen señales ópticas.
- ONT: Optical Network Terminal o también denominados ONU (Optical Network Unit) que se encuentran en las casas de los usuarios.

El OLT se encuentra en la central, se encarga de direccionar todo el tráfico desde y hacia los usuarios, además que realiza la conexión con las redes externas. Desde aquí salen los cables de fibra, los cuales soportan hasta 64 abonados y corresponde a un puerto PON en el equipo central. Los OLT realizan las funciones de control en la red de distribución, control de las potencias emitidas y recibidas, corrección de errores e interleaving, así como coordinar la multiplexación de los canales de subida y de bajada.

Los terminales ONT son los encargados de la comunicación con el OLT, éste entrega la información al usuario en un formato adecuado y de la misma manera procesan la información enviada desde el usuario hasta el OLT.

Los splitters ópticos tienen la función de multiplexar y demultiplexar la señal, es decir, son los encargados de las conexiones punto-multipunto. Los splitters ópticos se implementan colocando varios splitters físicos en cascada, la desventaja de esto, es que por cada etapa en relación 1:2 se introducen pérdidas de 3.5dB.

La fibra óptica es un elemento fundamental en la red, la cual puede ser considerada como el cable que une los dispositivos. Está fabricada con vidrio, plástico u otros materiales, es muy delgada y transparente por lo cual puede transportar la información en forma de haces de luz a grandes velocidades. Las topologías PON utilizan fibra monomodo, el cual permite la transmisión de un solo modo de propagación, evitando el ensanchamiento del pulso y eliminando desfase por lo cual no hay dispersión modal.

Las redes PON permiten llegar a usuarios distanciados hasta 60 Km de la central además de brindarles mayores anchos de banda, lo cual con tecnologías de cobre no se alcanzaba (distancias de hasta 5Km y ancho de banda limitado).

### 1.2.2. **BPON (BROADBAND PASIVE OPTICAL NETWORK)**

BPON es una evolución de APON, que integra servicios como Ethernet, transmisión de video e incluye WDM, lo cual permitía mayores anchos de banda.

Admite 32 divisores o splitters por OLT y por cada divisor un total de hasta 64 salidas a usuarios u ONT, siendo la máxima distancia entre el ONT y OLT de 20 km, además entre los principales limitantes que presenta BPON está el elevado costo de su implementación.

Las pérdidas dependiendo del Estándar de la fibra usada están dadas por la siguiente tabla:

Estándar	Atenuación
CLASE A	2-20 dB
CLASE B	10-25 dB
CLASE C	25-30 dB

*Tabla 1 Pérdidas en BPON.*

En donde las tasas de transferencia para los canales de DownStream son de 155-622 Mbit/s y para UpStream 155-622 Mbit/s, con longitudes de onda de 1530nm y 1310nm respectivamente.

### 1.2.3. EPON (ETHERNET PASIVE OPTICAL NETWORK)

EPON fue desarrollado por la EFM (“Ethernet en la última milla” - traducción al español), grupo de trabajo perteneciente a la IEEE, una característica importante que los diferencia de BPON es que no utiliza celdas ATM, además del transporte de tráfico Ethernet. Otra diferencia con BPON, es que ofrece QoS (Quality of Service) en los dos canales, es decir, UpStream y DownStream, además que la conexión entre las etapas es más sencilla.

Las tasas de transferencia de datos para los canales son: DownStream 1244 Mbit/s y para UpStream 1244 Mbit/s.

Esta tasa de transferencia de información admite 16 divisores o splitters por cada OLT, con una distancia entre 10-20 kilómetros entre ONT y OLT, las pérdidas según la distancia están dadas en la tabla 2.

CANAL	DISTANCIA	ATENUACION
UpStream	10 Km	5-20 dB
	20 Km	10-24 dB
DownStream	10 Km	5-19.5 dB
	20 Km	10-23.5 dB

*Tabla 2 Pérdidas en EPON.*

#### 1.2.4. GPON (GIGABIT PASIVE OPTICAL NETWORK)

Es el estándar tecnológico más avanzado hoy en día y sobre el cual aún se sigue trabajando; es una evolución de BPON, por lo cual, usa celdas ATM. La principal característica de GPON es que permite enviar varios tipos de información utilizando múltiples tecnologías encapsuladas, GEM (GPON Encapsulation method) lo cual le permite usar ATM, Ethernet y TDM en la red.

Las pérdidas en GPON se establecen en la tabla 3.

Estándar	Atenuación
CLASE A	2-20 dB
CLASE B	10-25 dB
CLASE C	15-30 dB

*Tabla 3 Pérdidas en GPON.*

GPON está previsto para trabajar con velocidades de transmisión mayores o iguales a 1.2 Gbit/s, en el caso de FTTH donde no se requiere una velocidad de transmisión muy alta para UpStream se tienen 7 combinaciones diferentes para la transmisión de datos, estas se pueden visualizar en la tabla 4.

Velocidad UpStream	Velocidad DownStream
155 Mbit/s	1.2 Gbit/s
622 Mbit/s	1.2 Gbit/s
1.2 Gbit/s	1.2 Gbit/s
155 Mbit/s	2.4 Gbit/s
622 Mbit/s	2.4 Gbit/s
1.2 Gbit/s	2.4 Gbit/s
2.4 Gbit/s	2.4 Gbit/s

*Tabla 4 Combinación de Velocidad de Transmisión para FTTH-GPON (Tomado de ITU-R G.984.1).*



## 2. Capítulo 2 – Levantamiento de la zona de dispersión

### 2.1. Descripción general de la red actual de Etapa EP

Etapa EP (Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento), es la propietaria de la red actual de telefonía fija en la ciudad de Cuenca, tiene una cobertura bastante amplia, la cual llega a casi todos los hogares, residencias, locales, etc. De nuestra ciudad. Esta empresa posee un índice de penetración bastante elevado a comparación de otras compañías en el resto de ciudades del Ecuador, incluso uno de los más altos a nivel mundial.

La red de telecomunicaciones de la empresa Etapa es de cobre, y brindan diferentes servicios, de la misma manera ofrecen diferentes tarifas de acuerdo a la categoría de los abonados.

Categoría de abonados	Características
CATEGORIA A	Comprende abonados residenciales y que se ubiquen en alguno o algunos de los siguientes grupos: Populares, marginales, rurales, orientales, provincia de Galápagos fronterizos.
CATEGORIA B	Los servicios telefónicos de unidades habitacionales residenciales unifamiliares o multifamiliares que tengan hasta tres líneas por unidad habitacional, las entidades del sector público, dependencias de las fuerzas armadas, Administración Seccional (Municipios, Consejos Provinciales), instituciones universitarias y educacionales públicas e institucionales religiosas.
CATEGORIA C	Abonados que no pertenecen ni a la categoría "A" ni a la "B".

*Tabla 5 Categorías para los abonados de telefonía de la empresa Etapa EP.  
Información obtenida de Etapa EP (EP, 2015)*

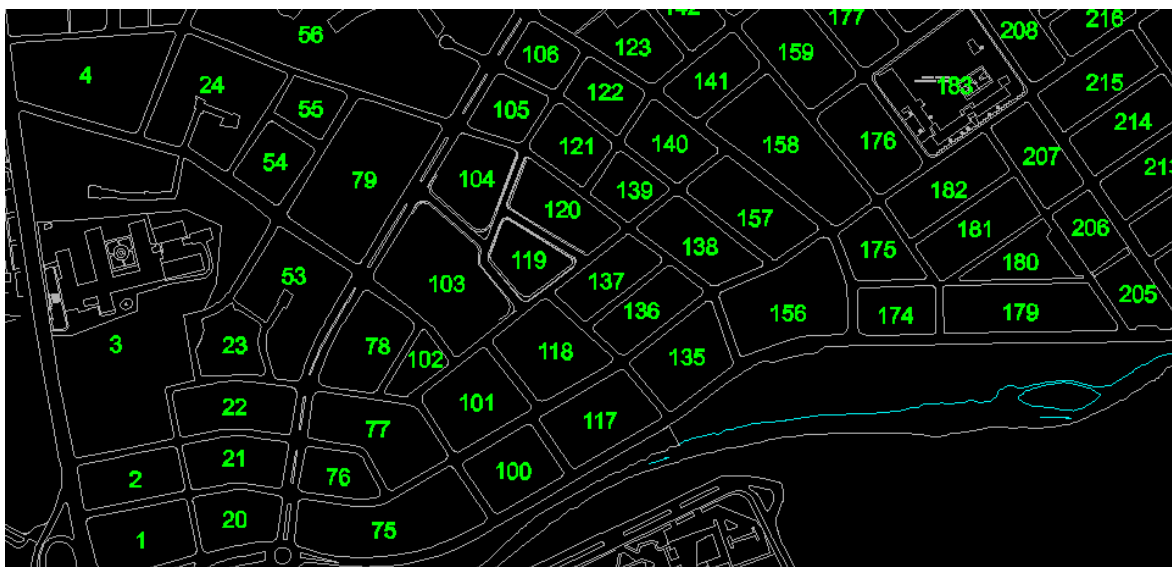
Etapa siendo la actual dueña de la red de Telecomunicaciones, y de la misma manera para no perder clientes, se proyectan a un cambio de su red, es decir pasar de cobre a fibra óptica, para lo cual es necesario hacer un estudio de las zonas para seguir ampliándose con cable de fibra alrededor del centro histórico de la ciudad y el resto de parroquias urbanas.

## 2.2. Cuadras, Predios y Planillas

### 2.2.1. MANZANAS Y PREDIOS

El levantamiento de la zona de dispersión se dió en la cabecera Totoracocha, en dirección antihoraria, por las calles: Huayna Capac, Pumapungo, luego tomando la Avenida Max Uhle hasta la 24 de mayo para ir por el Camino al Valle, siguiendo la Circunvalación Sur hasta la Avenida de las Américas regresamos por la orilla del rio para continuar por la Tahuantinsuyo, Paseo Milchichig hasta la Avenida España, luego por la Avenida de las Américas hasta la Antonio Vallejo, Del Chorro, Barrial Blanco, Del Rollo, Avenida Huayna Capac (Ver anexo 1).

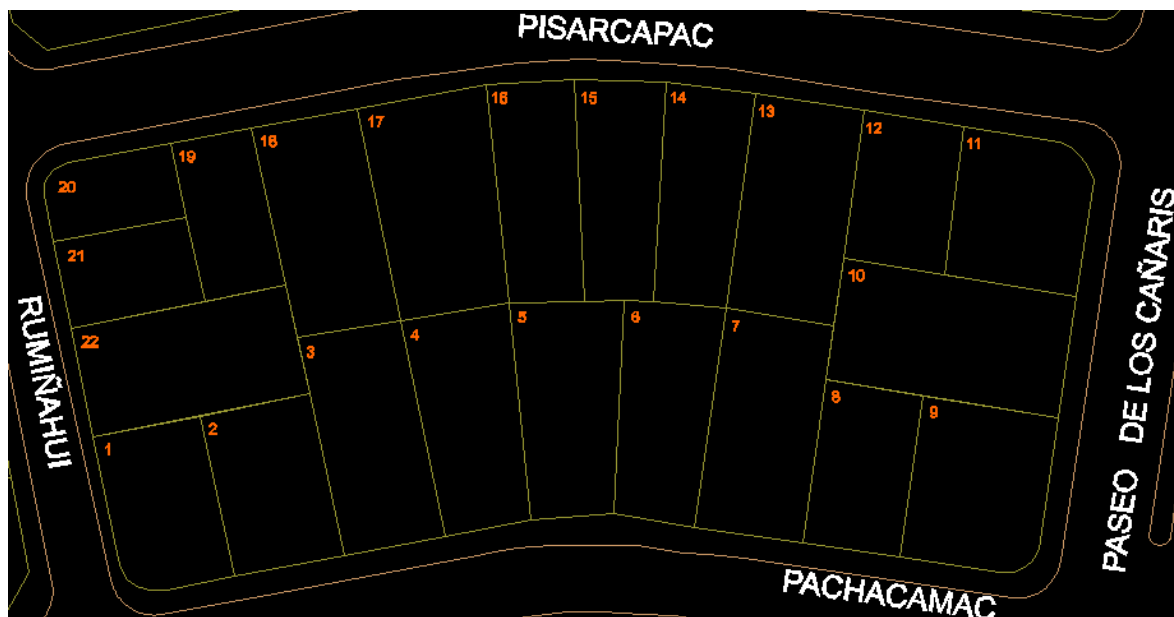
Antes de proceder con el levantamiento de la zona, se debe numerar las manzanas. La forma correcta de numeración de manzanas es en sentido antihorario y circular concéntrico. En este caso la zona es amplia, por lo cual se recomienda la numeración en forma vertical, siendo la manzana 1 aquella comprendida entre las calles Huayna Capac y Pumapungo esquina, continuando con la numeración en dirección de la calle Huayna Capac (barrido vertical). La zona comprende un aproximado de 713 manzanas.



*Ilustración 1 Numeración de manzanas, realizado en MicroStation.*

Luego se deben numerar los predios de cada manzana, empezando en la esquina inferior izquierda, con sentido antihorario. Cada manzana tiene un tamaño diferente, por lo cual también tendrá un número diferente de predios.

Todo este proceso se realiza en MicroStation, sobre los planos de la ciudad de Cuenca obtenidos de Etapa EP y la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



*Ilustración 2 Numeración de predios en cada manzana. Realizado en MicroStation.*

## 2.2.2. PLANILLAS

Al realizar un análisis de la información a ser tabulada, se tiene un conocimiento sobre datos útiles para reconocer a los abonados así como el de lo que existe en cada predio. La fecha en la que se realiza el levantamiento es importante ya que con el tiempo se pueden construir más departamentos, edificios, locales comerciales o ampliar una casa para acoger más personas, o simplemente derrumbar algunas casas y dejar un espacio verde, mientras que para el diseño de la red es necesario conocer la condición actual de aquel predio.

La planilla de catastro de abonados de banda ancha y desarrollo urbanístico permite recolectar los siguientes datos de cada predio: clasificación del inmueble, dirección (calle principal # y calle secundaria), BA existente (si poseen actualmente internet banda ancha con la empresa), total de abonados (actuales, futuros), el número de líneas telefónicas existentes y si existe alguna observación en el predio.

Los campos de clientes actuales de banda ancha en las planillas, así como el número de líneas telefónicas fueron entregados por parte de Etapa EP el día 12 de mayo del 2014 a las 16h00.

PLANILLA DE CATASTRO DE ABONADOS DE BANDA ANCHA Y DESARROLLO URBANISTICO												
ELABORADO POR: BELEN ORDOÑEZ Y CARLOS CAMPOVERDE					CENTRAL: TOTORACCOCHA							
REVISADO POR: ING MONICA CARPIO					DISTRITO:							
FECHA:					HOJA:							
DIRECCIÓN:					MANZANA:							
N°	CAJA	CLASIFICACIÓN DEL INMUEBLE				DIRECCIÓN	BA EXISTENTE	TOTAL DE ABONADOS BA			# DE LINEAS TEL ABONADO	OBSERVACIONES
ABON	FUTURA	Casa	Ofis.	Comer.	Dpto.			ACTUALES	FUTUROS	TOTAL		
1												
2												

*Ilustración 3 Modelo de planilla para levantamiento de la zona de dispersión.*

### 2.3. Trabajo de campo

Uno de los puntos más importantes que deben ser realizados es el reconocimiento de la zona donde se va a realizar el diseño de la red, la cual debería ser recorrida en forma ordenada mientras se va recopilando datos como: estado de las construcciones, cantidad de casas, departamentos, locales, distribución de la densidad de personas, predios vacíos o lugares abandonados y de la misma manera en que sectores puede seguir creciendo la ciudad en un futuro.

Al recorrer la zona de dispersión se deben llenar las planillas de catastro de abonados de banda ancha y desarrollo urbanístico, para lo cual se toma como guía la manzana dividida en predios, los cuales deben estar numerados y así mapear la información que se tiene en la planilla con los planos de la ciudad (manzanas, predios).

Las divisiones prediales que se tienen en las bases de datos de las empresas no siempre coinciden con la condición actual de los mismos, debido que bases de datos de las empresas públicas no están actualizadas y tampoco son compartidas entre estas instituciones, por lo tanto, no tienen conocimiento de cuándo los usuarios desean dividir o unir predios para construir sus hogares o negocios.

Existen varios métodos para el levantamiento de la zona de dispersión, entre los cuales se tiene: realizar una entrevista a los usuarios de cada predio, de esta manera obtener información certera para la planilla, pero hay inconvenientes, durante el día las personas que se encuentran en casa, son personas mayores, que no poseen conocimiento acerca de su internet banda ancha y su ISP, así como se encuentran recelosos de brindar cierta información como número telefónico, nombre de la persona que se encuentra en los registros como propietario de las líneas

telefónicas o de los predios, y en ocasiones prefieren no atender a las personas que se encuentran realizando una encuesta con fines educativos; por lo cual, debe buscarse otros mecanismos para obtener los datos necesarios de cada predio, como alguna información física visible que pueda ser tomada en cada predio, evitando molestar a los inquilinos de cada bien inmueble.

El punto a ser tomado como referencia son los medidores de luz existentes en cada uno de los predios que representan al total de familias que habitan en aquel lugar (departamentos) además que ayudan a conocer los futuros clientes de aquel predio si se realiza una resta de los clientes actuales del servicio Banda Ancha, ésta información es bastante útil para el momento de la formación de los respectivos distritos.

Antes de recorrer la zona de dispersión, ésta tendría que ser organizada, para lo cual será dividida en pequeños sectores, haciendo que el reconocimiento de la zona sea sencillo y rápido, con un avance diario de aproximadamente 30 manzanas entre dos personas, así hasta cubrir toda la cabecera.

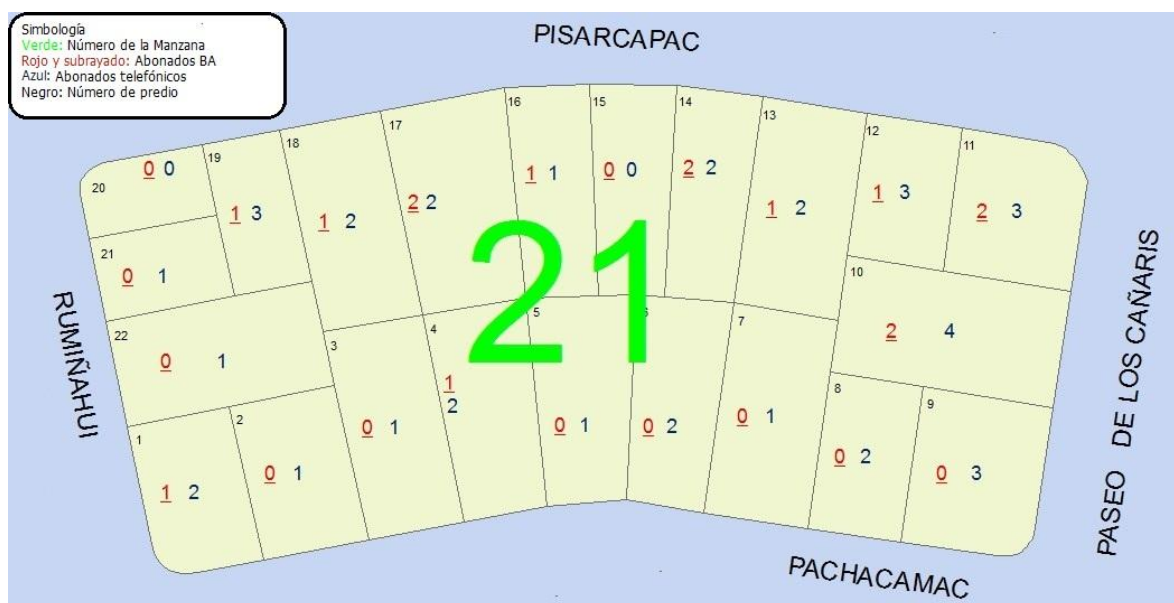


Ilustración 4 Manzana con su respectiva numeración y simbología.



PLANILLA DE CATASTRO DE ABONADOS DE BANDA ANCHA Y DESARROLLO URBANÍSTICO											
ELABORADO POR: BELEN ORDOÑEZ Y CARLOS CAMPOVERDE						CABECERA: TOTORACocha					
REVISADO POR: ING MONICA CARPIO						DISTRITO:					
FECHA: 09 DE JULIO DEL 2014						PAGINA:					
TOTAL DE PREDIOS: 22						MANZANA: 21					
N°	CAJA	CLASIFICACIÓN DEL INMUEBLE				DIRECCIÓN	TOTAL DE ABONADOS BA			# DE LINEAS TEL. ABONADO	OBSERVACIONES
		Casa	Ofic.	Comer.	Dpto.		ACTUALES	FUTUROS	TOTAL		
1		x				Rumiñahui 4-29 y Pachacamac	1	0	1	2	
2		x				Pachacamac 2-16 y Rumiñahui	0	1	1	1	
3					x	Pachacamac 2-20 y Rumiñahui	0	2	2	1	
4					x	Pachacamac SN y Paseo de los Cañaris	1	1	2	2	
5		x				Pachacamac 2-54 y Paseo de los Cañaris	0	1	1	1	
6		x				Pachacamac 2-48 y Paseo de los Cañaris	0	1	1	2	
7		x		x		Pachacamac 2-30 y Paseo de los Cañaris	0	2	2	1	
8					x	Pachacamac 2-62 y Paseo de los Cañaris	0	2	2	2	
9					x	Paseo de los Cañaris 2-13 y Pisarcapac	0	3	3	3	
10		x				Paseo de los Cañaris 2-21 y Pachacamac	2	0	2	4	
11		x				Paseo de los Cañaris 2-25 y Pisarcapac	2	0	2	3	
12					x	Pisarcapac 2-17 y Paseo de los Cañaris	1	1	2	3	
13		x		x		Pisarcapac 2-33 y Paseo de los Cañaris	1	1	2	2	
14		x	X			Pisarcapac 2-37 y Paseo de los Cañaris	2	0	2	2	
15		x				Pisarcapac 2-43 y Paseo de los Cañaris	0	1	1	2	
16		x				Pisarcapac 2-51 y Rumiñahui	1	0	1	1	
17					x	Pisarcapac 2-59 y Rumiñahui	2	0	2	2	
18		x				Pisarcapac 2-77 y Rumiñahui	1	0	1	2	
19		x				Pisarcapac 2-85 y Rumiñahui	1	0	1	3	
20		x				Rumiñahui 4-07 y Pisarcapac	0	1	1	0	
21		x				Rumiñahui 4-13 y Pisarcapac	0	1	1	1	
22		x				Rumiñahui 4-19 y Pisarcapac	0	1	1	1	

Tabla 6 Ejemplo de planilla llena, luego de realiza el levantamiento de la manzana.

## 2.4. Tabulación de la información

La información obtenida luego del trabajo de campo, es organizada en forma digital, donde habrá un documento Microsoft Word para cada manzana, donde se detalle toda ésta información útil de cada usuario, así como las observaciones que tengan los predios, por ejemplo si en el predio se encuentra una institución educativa, fabrica, mecánica, etc. Algunos de estos negocios no requieren del servicio de internet, mientras que otros, a pesar que posean varios medidores de luz, les basta con una sola línea de fibra para servicios de telecomunicaciones.

Utilizando el software GIS se crea una capa para colocar uno de los campos pertenecientes a la planilla, el total de medidores de luz, que representa el total de clientes (clientes actuales + clientes futuros) en la zona. GIS recomienda que los clientes deben ser representados con puntos dentro de las zonas geográficas, por esta razón, los puntos dentro del mapa representan el total de clientes por predio, y su ubicación está en el mismo sitio donde se encuentran las acometidas de los medidores de luz, y en esa misma ubicación llegaran los cables de fibra óptica a cada uno de los usuarios ya que existen lugares en los que el predio cruza la cuadra completa la ubicación de la puerta principal de acceso es importante.

Todos los clientes están geo-referenciados en los predios, tratando de establecer de la forma cual es el punto de acometida, tómesese como referencia el centro o uno de los lados del predio que este más próximo al medidor (ilustración 5).



*Ilustración 5 Clientes geo-referenciados en los predios*



### 3. Capítulo 3 – Estimación de la demanda

Uno de los principales factores que influye en la formación de los distritos es la demanda actual y la demanda futura.

El cálculo de la demanda no está formado por procedimientos cortos y sencillos, pero en este caso se tratará de simplificarlo un poco teniendo en cuenta índices que influyen de manera muy significativa en este procedimiento y obviando factores que no generaran mayor cambio en la formación de los distritos.

#### 3.1. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional es el promedio en el aumento o disminución de la población debido a nacimientos, muertes y movilidad de personas en una cierta área geográfica.

El crecimiento poblacional puede estar determinado por varios factores, y puede ser calculado para un país, región, provincia, etc. Dependiendo de las necesidades y factores políticos, administrativos y otros que deban ser considerados el momento de proyectar la población.

El INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) realizó una proyección a largo plazo en el año 2010 hasta el año 2050 basándose en la información obtenida en los Censos Poblacionales, con la final de proyectar el crecimiento poblacional teniendo en cuenta varios fenómenos demográficos.

Para esta estimación se basaron primero en el método de los componentes demográficos, donde se realiza un estudio del crecimiento de la población acorde a su edad, sexo. Luego de ese análisis, se consideran estos tres factores de suma importancia que son natalidad, mortalidad y fecundidad, pero teniendo en cuenta en la región o ciudad donde se aplicarán, además de considerar la migración e inmigración.

PROYECCIONES REFERENCIALES DE POBLACIÓN CANTONAL SEGÚN AÑOS EN GRUPOS DE EDADES													
PERIODO 2010 – 2020													
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010													
Código	Cantón	GRUPOS DE EDADES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
101	CUENCA	< 1 año	11.183	11.330	11.392	11.355	11.321	11.295	11.271	11.254	11.243	11.235	11.230
101	CUENCA	1 - 4	43.355	43.596	43.934	44.284	44.556	44.710	44.693	44.592	44.508	44.444	44.400
101	CUENCA	5 - 9	52.308	52.604	52.900	53.186	53.457	53.758	54.152	54.555	54.877	55.124	55.259
101	CUENCA	10 - 14	50.951	51.237	51.509	51.783	52.069	52.368	52.673	52.976	53.273	53.553	53.862
101	CUENCA	15 - 19	52.169	52.878	53.478	53.970	54.373	54.703	54.987	55.250	55.517	55.796	56.091



101	CUENCA	20 - 24	51.506	52.832	54.053	55.161	56.146	57.008	57.748	58.364	58.861	59.257	59.570
101	CUENCA	25 - 29	46.075	47.722	49.353	50.952	52.501	53.972	55.350	56.622	57.775	58.794	59.683
101	CUENCA	30 - 34	39.007	40.562	42.177	43.839	45.528	47.227	48.915	50.583	52.215	53.796	55.300
101	CUENCA	35 - 39	32.385	33.505	34.717	36.021	37.415	38.894	40.454	42.073	43.737	45.432	47.135
101	CUENCA	40 - 44	28.531	29.290	30.106	30.987	31.949	33.003	34.149	35.388	36.722	38.143	39.655
101	CUENCA	45 - 49	25.266	25.943	26.627	27.321	28.028	28.761	29.532	30.358	31.254	32.232	33.297
101	CUENCA	50 - 54	21.757	22.454	23.152	23.845	24.532	25.217	25.906	26.599	27.298	28.012	28.755
101	CUENCA	55 - 59	17.909	18.494	19.110	19.752	20.415	21.091	21.773	22.457	23.138	23.817	24.491
101	CUENCA	60 - 64	14.593	15.015	15.462	15.938	16.446	16.985	17.551	18.146	18.768	19.408	20.061
101	CUENCA	65 - 69	11.670	12.009	12.359	12.721	13.096	13.488	13.899	14.331	14.789	15.280	15.798
101	CUENCA	70 - 74	9.015	9.272	9.547	9.839	10.147	10.463	10.792	11.128	11.478	11.837	12.212
101	CUENCA	75 - 79	6.870	7.011	7.174	7.357	7.560	7.786	8.031	8.290	8.563	8.847	9.142
101	CUENCA	80 y Más	10.013	9.868	9.813	9.816	9.877	9.977	10.121	10.303	10.522	10.770	11.056
101	CUENCA	TOTAL	524.563	535.624	546.864	558.127	569.416	580.706	591.996	603.269	614.539	625.775	636.996

Tabla 7 Proyección de la Población por ciudades según edades (tomado del INEC).

En la tabla 7 podemos observar el crecimiento poblacional de acuerdo a edades en la ciudad de Cuenca, con una proyección hasta el año 2020. Aquí se puede calcular un porcentaje de crecimiento poblacional, que resultaría de comparar el total de personas entre cada año.

Crecimiento Poblacional en el Azuay	Año	Total	Unidad
	2014	569416	Personas
	2015	580706	Personas
	2016	591996	Personas
	2017	603269	Personas
	2018	614539	Personas
	2019	625775	Personas
	2020	636996	Personas
Tasa de crecimiento poblacional en el Azuay		11,87%	% Personas

Tabla 8 Crecimiento poblacional en la Ciudad de Cuenca (INEC)

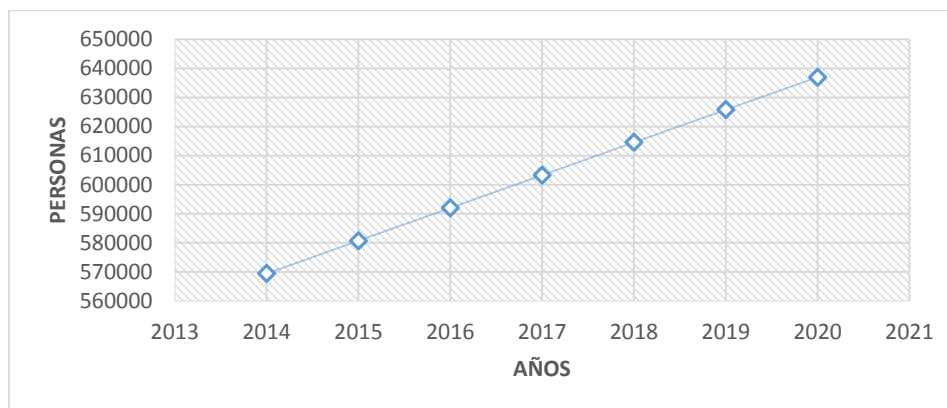


Ilustración 6 Crecimiento poblacional en la Ciudad de Cuenca (INEC)

### 3.1.1. ADULTOS MAYORES

Las personas adultas que tienen 60 años o más son parte importante de nuestra sociedad. La mayor parte de personas mayores viven con sus familiares y en estos casos ellos les enseñan a utilizar los nuevos avances tecnológicos, ya sea computadores, teléfonos, o cualquier dispositivo electrónico, también medios de comunicación o las mismas redes sociales, los cuales a través de la red pueden tener una infinidad de usos, así como búsqueda de información, revisar estados de cuenta, deudas con instituciones públicas, o incluso realizar llamadas de voz o video-llamadas y de esta manera comunicarse con sus familiares y amigos.

No todas estas personas tienen esa posibilidad, según datos estadísticos del INEC, el 26% de adultos mayores viven solos. Ellos representan un porcentaje que con muy bajo conocimiento sobre estas tecnologías y en muchos de los casos no poseen ninguna familiaridad con éstas, por lo cual tampoco representan un potencial cliente de internet banda ancha o futuro cliente de este servicio.

Por esta razón, se convierten en un factor importante a ser considerado para el diseño de una red GPON. Empezamos este cálculo considerando el total de adultos mayores en la ciudad de Cuenca.

Edad	Total	Unidad
60-64	16.985	Personas
65-69	13.488	Personas
70-74	10.463	Personas
75-79	7.786	Personas
80 y más	9.977	Personas
<b>Total adultos mayores</b>	<b>58.700</b>	<b>Personas</b>

Tabla 9 Total de adultos mayores en la ciudad de Cuenca. (Año 2015-INEC)

En ese mismo año se tiene un total de 580706 personas en la ciudad de Cuenca, con esta información se puede encontrar el porcentaje de adultos mayores, así mismo se puede estimar que el 26% de ellos son los que viven solos (11% de adultos mayores viven solos y 15% de adultos mayores viviendo solo con su pareja) (Villacís, 2014).

	Total	Unidad	Porcentaje
Total de población	580.706	Personas	100,00%
Total población considerada directamente	522.006	Personas	89,89%
Total de adultos mayores	58.700	Personas	10,11%
Total de adultos mayores a considerarse	43.438	Personas	7,48%
Total de adultos mayores que viven solos	15.262	Personas	2,63%

Tabla 10 Porcentaje de Adultos Mayores que viven solos.

En la ilustración 7 se apreciar los porcentajes de población y la participación que generan los adultos mayores.

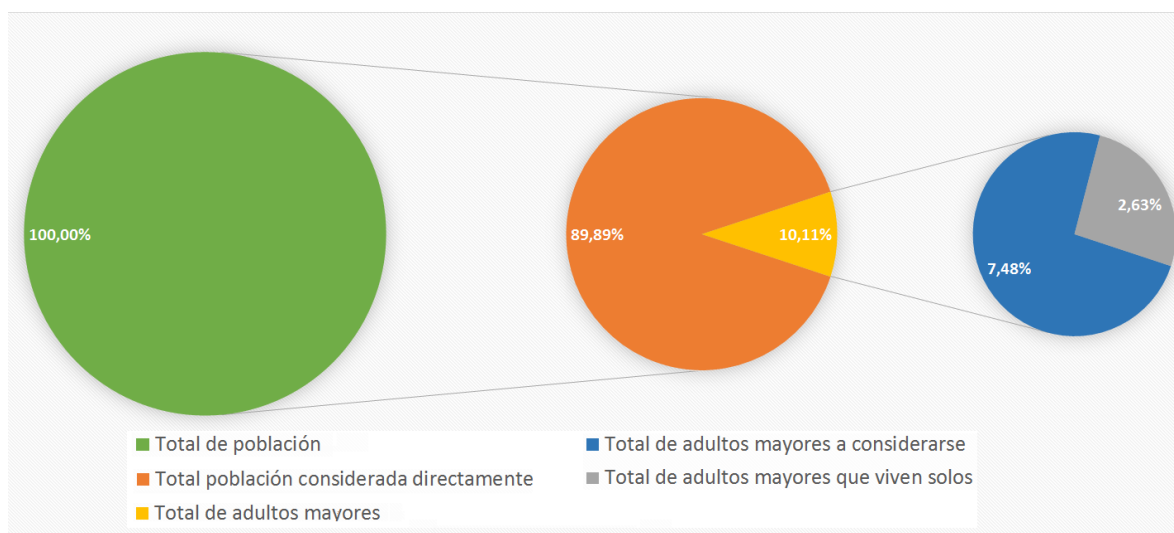
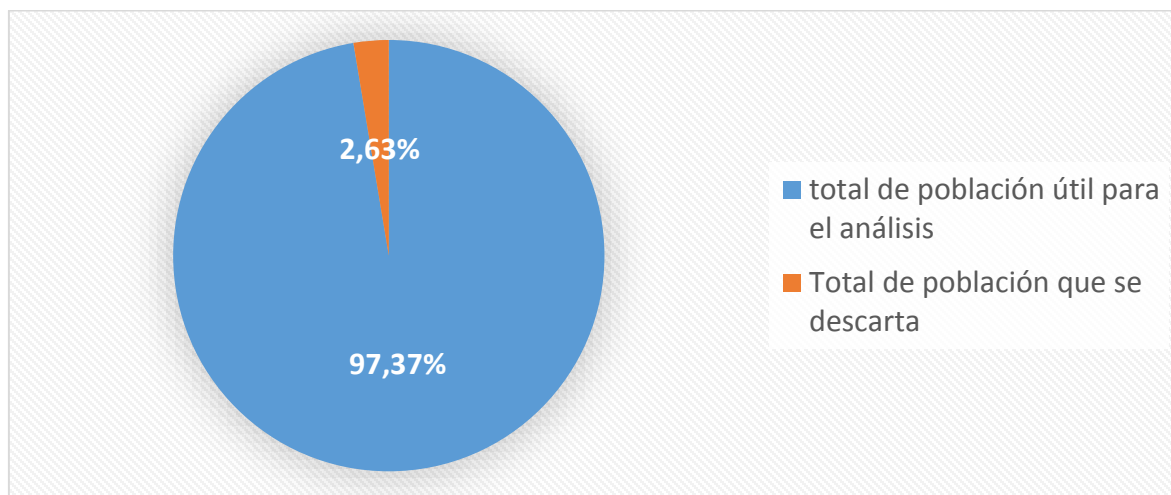


Ilustración 7 Porcentaje de Adultos Mayores que viven solos

El porcentaje a ser descartado corresponde al criterio denominado “adultos mayores que viven solos” ya que es una parte de la población que no hace uso de nuevos servicios de telecomunicaciones por su avanzada edad y/o falta de conocimiento en nuevas tecnologías, acompañado del hecho de vivir sin alguien que los involucre y

los guie, por lo cual no son considerados como futuros clientes y es una parte del crecimiento poblacional que no es útil para el estudio.

La ilustración 8 muestra los porcentajes, uno que es útil para el análisis y el otro que será descartado.



*Ilustración 8 Porcentaje de Población útil para el análisis*

Como el crecimiento poblacional se da en forma lineal, se puede decir que para adultos mayores tiende también a ser un crecimiento lineal, por lo tanto, el porcentaje de la población con respecto de los adultos mayores para el 2016, 2017,..., 2020 no tiene variación significativa con respecto al del año 2015 por lo cual se tomara el mismo valor en cuanto al porcentaje de la población de adultos mayores para cada año.

### **3.2. Crecimiento Vertical de las ciudades**

En los últimos siglos, el aumento de la población es cada vez mayor y la tendencia de las construcciones pasa de ser vivienda unifamiliar a vivienda multifamiliar, condominios o edificios de departamentos.

Cuando el crecimiento dentro de la ciudad no da más para los alrededores, tiende a crecer hacia arriba, a esto se le conoce como Crecimiento vertical.

Hay que tener en cuenta que, hoy en día la ciudad de Cuenca es considerada uno de los destinos de residencia para personas extranjeras.

La tendencia a construir edificios, es en su mayoría para solventar la falta de vivienda a costos más reducidos, en espacios más pequeños y económicos, por lo general solteros, recién casados, personas extranjeras, estudiantes o jubilados buscan una solución fácil de vivienda que les permita establecerse cerca de sus



lugares de trabajo, universidades, centro histórico, o lugares que les permitan acceder a cualquier servicio básico de una forma rápida, y es por eso que en muchos de los casos no se construye a las afueras de la ciudad sino se prefieren lugares dentro del área urbana esto tiene un alto impacto sobre la población que vive en esta área geográfica ya que implica un crecimiento adicional en ciertos sectores.

El crecimiento vertical es importante ya que para motivos de diseño, en cualquier servicio básico que se preste, es necesario considerar no solamente acometidas para cada piso sino una estructura interna que permita tener todos estos servicios de forma centralizada.

### **3.2.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CRECIMIENTO VERTICAL**

No existe una forma precisa de determinar la cantidad de edificios que se van a construir en el área urbana de Totoracocha ya que eso depende en su mayoría de la voluntad de cierto empresario o empresarios, compañía, o de cualquier persona natural que decida emprender un proyecto de vivienda en calidad de edificio dentro de la zona que es de interés.

Basando el análisis en estos precedentes, una forma de estimar un posible crecimiento es tomar construcciones de nuevos edificios que se han aprobado en la zona y determinar una tendencia de crecimiento para los próximos años.

El lugar más adecuado para buscar esta información es “Control Urbano de la Municipalidad de Cuenca”, ya que ellos tabulan la información de todos los proyectos que están en trámite y el estado de los mismos para posteriormente ser contruidos dentro de la Ciudad; La Ilustre Municipalidad recolecta toda la información necesaria para cada nuevo trámite como: propietario, avalúo del predio, sector, arquitecto a cargo, datos del arquitecto, fecha de ingreso del trámite, fecha de aprobación, estado de la solicitud, tipo de solicitud, entre otros.

La tabla 11 no posee toda la información entregada por “Control Urbano de la Municipalidad de Cuenca”, los campos más importantes son el tipo de trámite, fecha de aprobación, el área del terreno o predio y el área de construcción, lo que se presenta es un ejemplo de cómo está estructurada la información para posteriormente detallar el manejo de la misma de forma que ésta aporte resultados de utilidad.

TRAMITE	FECHA INGRESO	FECHA APROBACION	CEDULA RUC	NOMBRE_PROPIETARIO	PARROQUIA	AREA_TERRENOS	AREA_CONSTRUCCION_AVALUOS
CONSTRUCCION MAYOR	12/07/2010	01/01/0001	0102497781	BORIS FABIAN ARGUDO ABRIL	TOTORACOCCHA	435,4	547,3
CONSTRUCCION MAYOR	23/07/2010	26/07/2010	0302039012000	MARTHA PIEDAD AMPUDIA LUCERO	TOTORACOCCHA	612,2	585
CONSTRUCCION MAYOR	15/04/2010	16/04/2010	1711583060	GLADIES MARIELA BRITO LEON	TOTORACOCCHA	248,2	555,4
CONSTRUCCION MAYOR	11/05/2010	02/06/2010	0100276674	LUIS FILORMO BERMEO NARVAEZ	TOTORACOCCHA	250,8	523
CONSTRUCCION MAYOR	05/04/2010	06/04/2010	0300970142	ANGEL EDUARDO CASTRO CALLE	TOTORACOCCHA	434,1	844
CONSTRUCCION MAYOR	03/06/2010	07/06/2010	0102593282	FABIAN MARCELO CISNEROS BARZALLO	TOTORACOCCHA	1921,5	701
CONSTRUCCION MAYOR	01/02/2010	02/02/2010	0101277234	MANUEL JESUS CHACON ZHAPAN	TOTORACOCCHA	467,9	844,4
CONSTRUCCION MAYOR	01/06/2010	02/06/2010	0101448173	IVAN VICENTE CHIRIBOGA ORELLANA	TOTORACOCCHA	1578,6	692,2
CONSTRUCCION MAYOR	25/06/2010	06/06/2014	0103671566	JAIME GUILLERMO ESPINOZA GARAY	TOTORACOCCHA	241,7	559,7
CONSTRUCCION MAYOR	17/12/2009	13/01/2010	0102367612	FANNY YOLANDA GARCIA ZHINGRI	TOTORACOCCHA	411,7	542,7
CONSTRUCCION MAYOR	22/06/2010	23/06/2010	0102367612	FANNY YOLANDA GARCIA ZHINGRI	TOTORACOCCHA	411,7	542,7

Tabla 11 Nuevos Edificios a construirse en el sector Totoracocha

La característica para poder determinar si es que se trata de una edificio en vez de una casa o local comercial es tomar como referencia el área de construcción sobre el predio, como recomendación del arquitecto Paul Villavicencio Brito funcionario de la entidad, todos los predios que tengan una área mayor a 500m<sup>2</sup> se los puede considerar como edificios, ya que no existe el detalle del tipo de construcción y tampoco el número de plantas que posee el inmueble, a pesar de que existen estos campos que requieren ser llenados con esa información.

Las proyecciones están basadas en un método de ajuste de curva polinómica que proporciona Excel y que debe ser verificada utilizando otro software como Matlab, en cuyo caso los coeficientes de la recta son iguales, la razón por la cual se usa una ecuación de primer orden es debido al comportamiento del crecimiento poblacional, que es de manera lineal y las curvas de orden superior dan como respuesta datos erráticos (números negativos, valores expresados en miles); se aprecia la variación del crecimiento vertical respecto al tiempo y la ecuación de primer grado del modelamiento matemático en la ilustración 9.

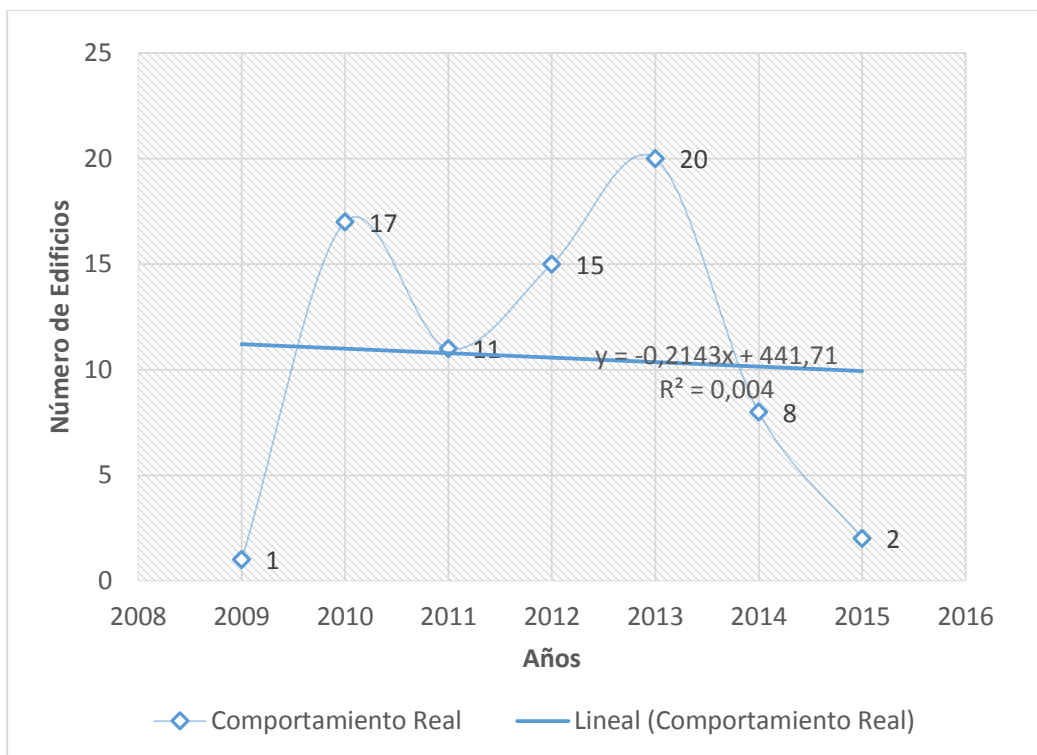


Ilustración 9 Aproximación lineal del comportamiento real del crecimiento de edificios en la zona de Totoracocha.

### 3.2.2. CRECIMIENTO VERTICAL EN LA ZONA TOTORACocha.

El siguiente paso es establecer el número de construcciones que se aprueban por año para hallar una media de crecimiento y estimar mediante una aproximación lineal el número de nuevos edificios que se construirán, la Ecuación 1 sirve para proyectar el número de edificios futuros.

$$y = \text{int}(0,2143x + 441,71); \quad \text{donde } \begin{cases} y = \text{Edificios} \\ x = \text{Años} \end{cases}$$

Ecuación 1 Proyección de edificios en la zona Totoracocha

De acuerdo a la situación geográfica, en la zona se permiten edificios de máximo 4 pisos para los sectores aledaños al aeropuerto y de 6 pisos como máximo en los sectores próximos, por lo que se puede usar la media de los dos valores para el cálculo del número de pisos por edificio, es decir, 5 pisos por edificio, y al tratarse de edificios para hogares se considera 2 departamentos por piso lo que significa que se construirá 460 viviendas más en el área de Totoracocha hasta el año 2020, tal como se puede apreciar en la tabla 12.

	Año	Total	Unidad	Fuente
Edificios aprobados	2009	1	Edificio	Datos de la municipalidad
	2010	17	Edificio	Datos de la municipalidad
	2011	11	Edificio	Datos de la municipalidad
	2012	15	Edificio	Datos de la municipalidad
	2013	20	Edificio	Datos de la municipalidad
	2014	8	Edificio	Datos de la municipalidad
	2015	2	Edificio	Datos de la municipalidad
Edificios proyectados	2016	10	Edificio	Proyectado
	2017	9	Edificio	Proyectado
	2018	9	Edificio	Proyectado
	2019	9	Edificio	Proyectado
	2020	9	Edificio	Proyectado
<b>Total proyectado</b>		<b>46</b>		
# de pisos por edificio		5		
# de departamentos / piso		2		
<b>Total de departamentos</b>		<b>460</b>		

Tabla 12 Total de departamentos proyectados hasta el 2020

Se toma el número de departamentos como hogares ya que se tiene el índice de personas por hogar o por familia establecido por el INEC (Morillo, 2014), se obtendrá una crecimiento de población extra dentro del área de Totoracocha como se indica en la ecuación 2.

$$\text{Numero de departamentos proyectados} = 460$$

$$\text{Numero de personas por familia (INEC)} = 3,78$$

*Crecimiento vertical*

$$= \text{int}(\text{Numero de departamentos proyectados} \\ * \text{Numero de personas por familia})$$

$$\text{Crecimiento poblacional vertical} = \text{int}(460 * 3,78)$$

$$\text{Crecimiento poblacional vertical} = 1739$$

*Ecuación 2 Crecimiento poblacional Vertical en la zona de Totoracocha*

El crecimiento vertical indica un incremento adicional en la zona de 1739 personas las cuales tendrán que ser adicionadas dentro del área Totoracocha.

El método elegido determina una proyección de personas dentro de la zona que se obtendrá hasta el 2020.



### 3.3. Crecimiento poblacional en la cabecera Totoracocha

El crecimiento poblacional para Totoracocha está basado en el crecimiento poblacional proyectado por el INEC para la ciudad de Cuenca y el crecimiento vertical para la zona Totoracocha.

La mejor estimación que se podría tener para establecer una población inicial es contar una a una cada persona que vive dentro de la zona, incluidas las personas que viven en edificios o que tienen negocios dentro de la zona pero esto sería un planteamiento idealizado ya que por la movilidad de las personas y la migración generada por cuestiones de trabajo, es bastante complejo establecer un número real.

Debido a que se descartó la encuesta puerta a puerta, lo siguiente es usar el levantamiento de medidores para hacer un cálculo de las personas que viven dentro de la zona.

#### 3.3.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA INICIAL DENTRO DE LA CABECERA TOTORACOCCHA.

El punto de partida para cualquier análisis posterior de la información es la determinación de la demanda inicial, mientras más precisa sea ésta, se tendrá una base más firme para posteriores cálculos, por lo cual el levantamiento descrito en el capítulo 2 es importante ya que se analiza la zona con datos reales.

El cálculo está basado en el levantamiento de información de medidores de luz dentro de la cabecera y se puede transformar el número de medidores a número de hogares que hay en la zona:

$$\text{Un cliente} = \text{Un medidor} = \text{Un hogar}$$

*Ecuación 3 Relación entre clientes medidores y hogares*

Usando el número de personas por hogar, que se obtiene del INEC (Morillo, 2014), y el número de medidores existentes en la cabecera, se establece la población inicial dentro de la zona que comprende la cabecera de Totoracocha.

El número de medidores dentro de la cabecera de Totoracocha obtenidos en el levantamiento de la zona de dispersión y el número de personas por hogar nos da como resultado:

$$\text{Número de medidores en la cabecera Totoracocha} = 26400$$

$$\text{Número de personas por familia (INEC)} = 3,78$$

$$\begin{aligned} \text{Número de personas en la cabecera de totoracocha} \\ = \text{int}(\text{Número de medidores en la cabecera Totoracocha} \\ * \text{Número de personas por familia}) \end{aligned}$$

$$\text{Número de personas en la cabecera de Totoracocha} = 99792$$

*Ecuación 4 Número de personas en la cabecera de Totoracocha*

Por lo tanto la demanda inicial obtenida en base a los medidores es de 99792 personas para la cabecera Totoracocha.

### 3.3.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CABECERA TOTORACOCOA

La demanda a ser encontrada, debe estar basada en el criterio de clientes, es decir, la persona que contrata el servicio con la empresa.

Como se pretende llegar al punto de saturación de la red proyectado hasta el año 2020, significa que se debe plantear una red que abarque tanto a clientes actuales como a clientes futuros, sin sobredimensionar por lo que la proyección debe ser la adecuada.

Tomando los criterios de crecimiento de la demanda expresados en porcentaje, como se puede visualizar en la tabla 8 (Crecimiento de la población en Cuenca) se determina que la población dentro de la cabecera de Totoracocha será la siguiente:

$$\text{Número Inicial de personas en la cabecera de totoracocha} = 99792$$

$$\text{Porcentaje de crecimiento poblacional} = 11,87\%$$

$$\text{Población estimada cabecera Totoracocha}_{2020}$$

$$\begin{aligned} = \text{int}(\text{Número Inicial de personas en la cabecera de totoracocha} \\ + (\text{Número Inicial de personas en la cabecera de totoracocha} \\ * \text{Porcentaje de crecimiento poblacional})) \end{aligned}$$

$$\text{Población estimada cabecera Totoracocha}_{2020} = \text{int}(99792 + (99792 * 11,87\%))$$

$$\text{Población estimada cabecera Totoracocha}_{2020} = 111636$$

*Ecuación 5 Total de la población estimada para el 2020*

Esto quiere decir que la población proyectada usando datos del INEC a la que se pretende llegar en un futuro en la zona de Totoracocha es de 111636 personas.

En la tabla 8 se indica que porcentajes de la población se deben tomar para el análisis así como en la ilustración 10 se aprecia el porcentaje que es inútil para el cálculo, con la población inicial para la cabecera Totoracocha dada por la ecuación 4 se estima la población de adultos mayores que viven solos en la cabecera, esto se muestra en la ecuación 6.

$$\begin{aligned} \text{Número de personas en la cabecera de Totoracocha} &= 99792 \\ \text{Porcentaje de adultos mayores que viven solos para el canton Cuenca} &= 2,63\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total de adultos mayores que viven solos cabecera Totoracocha} \\ &= \text{Porcentaje de adultos mayores que viven solos para el canton Cuenca} \\ &\quad * \text{Número de personas en la cabecera de Totoracocha} \end{aligned}$$

$$\text{Total de adultos mayores que viven solos cabecera Totoracocha} = 2,63\% * 99792$$

$$\text{Total de adultos mayores que viven solos cabecera Totoracocha} = 2623$$

*Ecuación 6 Total de adultos mayores que viven solos en Totoracocha*

Como se indica en la ilustración 10 la población útil para realizar la proyección no es la población inicial, por lo cual hay que disminuir la población de adultos mayores que es innecesaria para el cálculo, dando como resultado:

$$\begin{aligned} \text{Número de personas en la cabecera de Totoracocha} &= 99792 \\ \text{Total de adultos mayores que viven solos cabecera Totoracocha} &= 2623 \end{aligned}$$

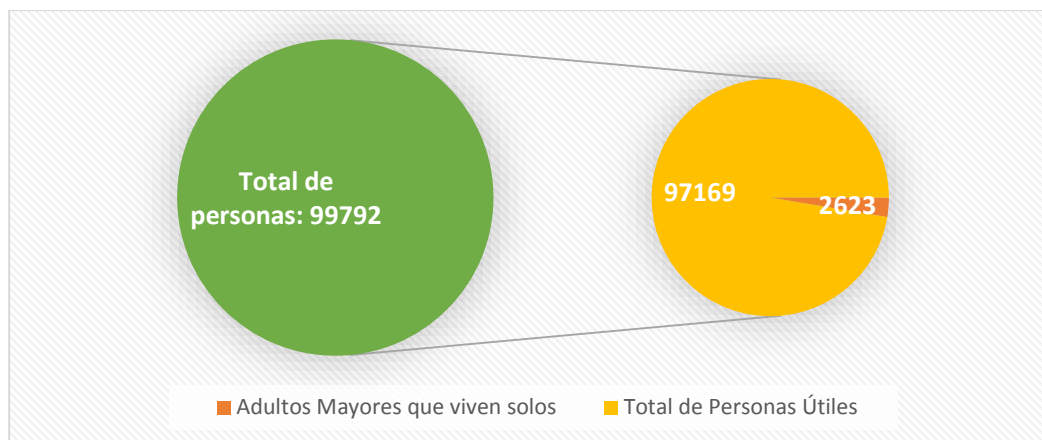
$$\begin{aligned} \text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha} \\ &= \text{Número de personas en la cabecera de Totoracocha} \\ &\quad - \text{Total de adultos mayores que viven solos cabecera Totoracocha} \end{aligned}$$

$$\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha} = 99792 - 2623$$

$$\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha} = 97169$$

*Ecuación 7 Número de personas útiles en la cabecera Totoracocha*

En la ilustración se muestra las cantidades iniciales a considerarse para la proyección.



*Ilustración 10 Cantidad inicial de personas a considerar y descartar para la proyección*

Determinando un valor inicial para la demanda dentro de la cabecera Totoracocha se proyectar la demanda para el año 2020 utilizando la tasa de crecimiento poblacional de la tabla 8, el valor de personas útiles para el análisis determinado en la ecuación 7 por lo cual la ecuación 8 representara la población útil para la cabecera Totoracocha proyectada a 5 años:

$$\begin{aligned} & \text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha}_{2020} \\ &= \text{int}(\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha} \\ &+ (\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha} \\ &* \text{Tasa de crecimiento poblacional en el Azuay})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha}_{2020} \\ &= \text{int}(97169 + (97169 * 11,87\%)) \end{aligned}$$

$$\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha}_{2020} = 108702$$

*Ecuación 8 Población proyectada para l cabecera Totoracocha para el 2020*

La población útil proyectada es de 108702, sin tener en cuenta el crecimiento vertical en la zona, por lo que a este valor se debe agregar la cantidad que resultó de la ecuación 2, esto da como resultado la ecuación 9 que refleja el valor total incluido el crecimiento vertical dentro de la cabecera.

$$\text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha}_{2020} = 108702$$

$$\text{Crecimiento poblacional vertical} = 1739$$

$$\text{Total personas proyectadas}_{2020}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Numero de personas útiles en la cabecera Totoracocha}_{2020} \\ &+ \text{Crecimiento poblacional vertical} \end{aligned}$$

$$\text{Total personas proyectadas}_{2020} = 108702 + 1739$$

$$\text{Total personas proyectadas}_{2020} = 110440$$

*Ecuación 9 Total de personas proyectadas para el 2020 incluido el crecimiento vertical para la cabecera Totoracocha*

Realizando el proceso a la inversa se trasladara las personas a hogares, tras la analogía que se hizo en la ecuación 3, lo que se pretende es determinar el número de clientes futuros, el resultado se expresa en la ecuación 10.

$$\text{Total personas proyectadas}_{2020} = 110440$$

$$\text{Numero de personas por familia (INEC)} = 3,78$$

$$\text{Total de medidores futuros} = \text{int} \left( \frac{\text{Total personas proyectadas}_{2020}}{\text{Numero de personas por familia}} \right)$$

$$\text{Total de medidores futuros} = \text{int} \left( \frac{110440}{3,78} \right)$$

$$\text{Total de medidores futuros} = 29217$$

$$\therefore \text{Total de clientes futuros} = 29217$$

*Ecuación 10 Total de clientes Futuros*

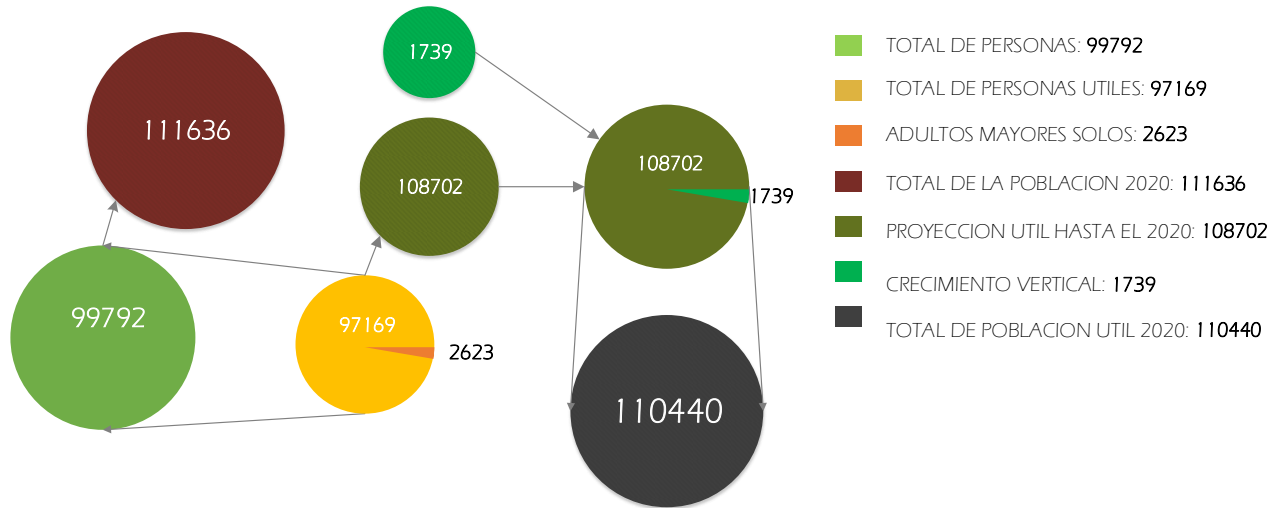
El desarrollo para la obtención de la demanda total atravesó un proceso que va desde la metodología de proyección usada por el INEC, tras esto determinar los porcentajes de los valores de la población que es útil para el análisis, posteriormente estos valores porcentuales se trasladaron a la zona específica de la cabecera de Totoracocha, luego se tiene que incluir el crecimiento vertical que puede darse en cualquier parte de la cabecera por lo que es necesario tomarlo en cuenta en la demanda final y por ultimo esto se traslada a un número de clientes futuros, esto se puede ver expresado en la tabla 13.

Proyecciones para la cabecera Totoracocha	Total	Unidad
Tasa de crecimiento poblacional en el Azuay	11,87%	% Personas
Aplicación en la cabecera Totoracocha	Total	Unidad
Total Medidores en Totoracocha	26400	Medidores
Personas Actuales en el sector	99792	Personas
Proyección de Personas hasta 2020	111636	Personas
Adultos Mayores que viven solos	2623	Personas
Total de Personas Útiles	97169	Personas
Proyección de personas útiles hasta 2020	108702	Personas
Crecimiento Vertical	Total	Unidad
Departamentos Futuros	460	Hogares
Crecimiento Poblacional Vertical	1739	Personas

Población Útil con crecimiento vertical	110440	Personas
Porcentaje de crecimiento (usuarios)	10,67%	% Personas
Clientes futuros en la Cabecera Totoracocha	Total	Unidad
<b>Medidores futuros</b>	<b>29217</b>	<b>Medidores</b>

*Tabla 13 Resumen de la proyección de la demanda para la cabecera Totoracocha*

En la siguiente ilustración también se puede observar la distribución de los datos.



*Ilustración 11 Resumen de la proyección de la demanda para la Cabecera Totoracocha*

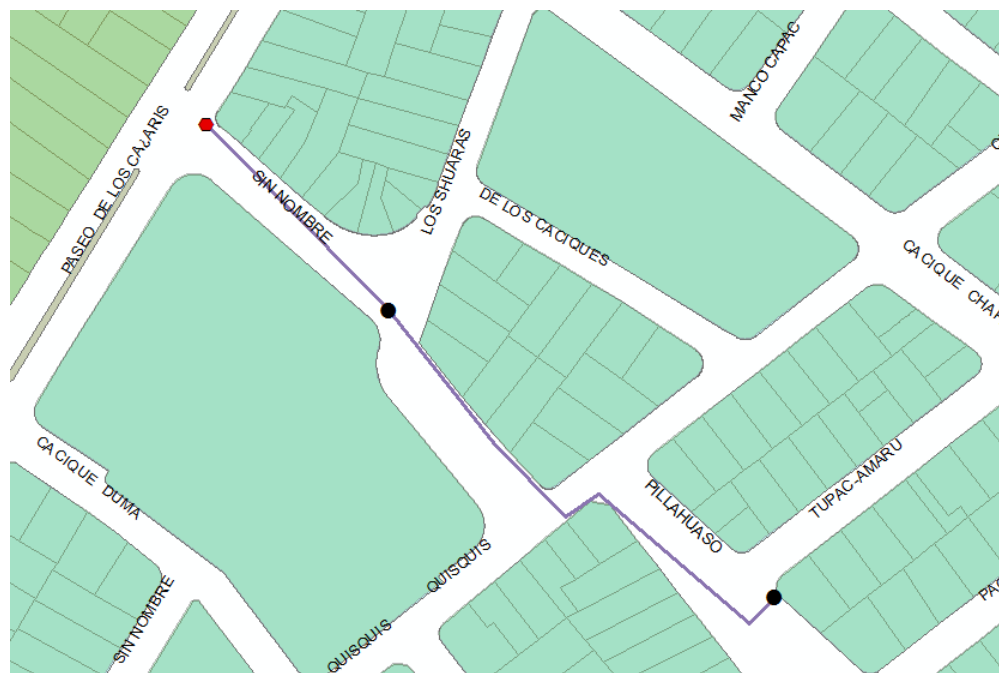
## 4. Capítulo 4 – Materiales a ser utilizados por Etapa EP.

Los materiales utilizados en la red son determinados por Etapa EP, tras una ardua investigación. Se pretende hallar una topología que permita alcanzar a los clientes finales, proponiendo una red flexible, escalable y accesible para todos estos, dejando una reserva para futuras eventualidades o crecimiento no previsto en determinadas áreas geográficas, permitiendo que esta red sea sustentable y viable en el sentido de que se pueda construir permitiendo su implementación por etapas, sin que estos nuevos cambios afecten a lo que ya está instalado, ni modifique la red que fue tendida en etapas anteriores.

### 4.1. Tecnología usada en la red

La red usa tecnología GPON por lo cual no existen elementos regeneradores de señal intermedios que usen fuentes adicionales de energía, todo la red está basada en una red de fibra con división óptica usando splitter en un primer y segundo nivel, con empalmes en fibra que se los debe hacer dependiendo de las rutas de que tomen los distintos hilos de fibra.

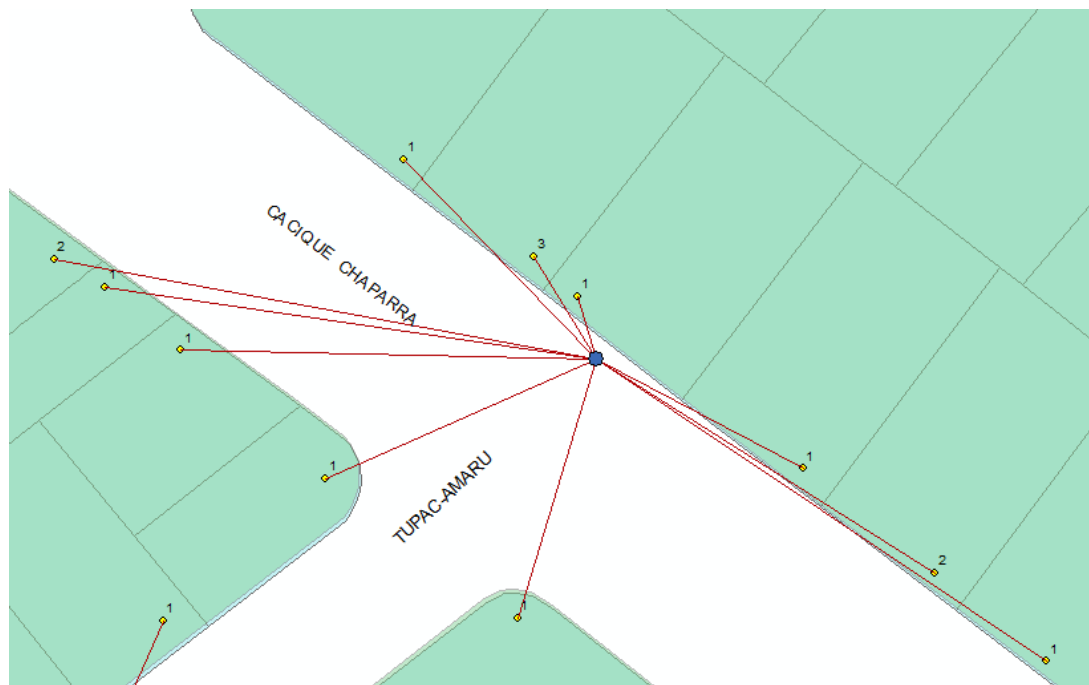
La primera división óptica se la realiza a nivel de armarios de distribución situados en cada uno de los distritos a los que vaya a llegar el servicio de fibra óptica a la casa, un ejemplo esta dado en la ilustración 11.



*Ilustración 12 División óptica y cableado desde el armario de distribución hacia las mangas*

Esta primera división es tiene una relación 1:8, es decir, desde un hilo de fibra se dividirá en 8 fibras más.

La segunda división óptica se la realiza en a nivel de acceso, más precisamente a nivel de caja de acceso para los usuarios, desde la cual se realiza la acometida hacia las casas de los clientes que hayan contratado el servicio como se puede observar en la ilustración 12.



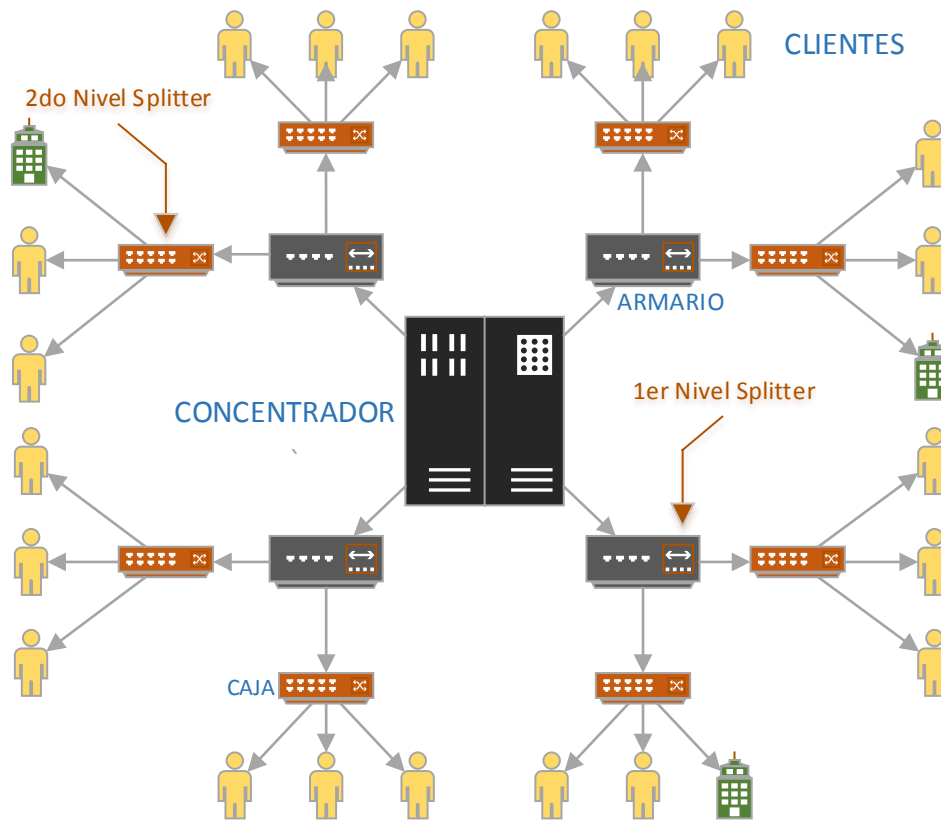
*Ilustración 13 División óptica desde la caja de distribución hacia los clientes*

Esta segunda división óptica también tiene una relación de 1:8 lo cual significa que cada hilo de fibra se conectará a 8 nuevos hilos que son ya los clientes finales.

#### **4.1.1. ARQUITECTURA PARA LA RED GPON**

Existen varios tipos de red que se pueden aplicar al diseño de fibra óptica como pueden ser estructura de anillo, doble anillo, bus de datos, pero la más usada en redes PON es la estructura estrella, la cual permite a la central conectarse directamente con el usuario, hablando más concretamente de la arquitectura de red usada para las redes GPON, son redes tipo estrella extendida ya que posee dos capas como se observa en la ilustración 13.





*Ilustración 14 Red óptica pasiva GPON en estrella extendida*

La red óptica pasiva con tecnología GPON permite hacer división óptica con splitters los cuales no utilizan fuentes externas de alimentación para cumplir con esta función, es decir, son elementos pasivos en la red que permiten la división óptica de los haces de luz, convirtiendo un haz de luz en varios haces de luz, para ser más específicos en su primer nivel la división óptica es de 1:8, lo cual quiere decir que antes era un haz de luz y se transforma en 8 haces de luz diferentes y a su vez cada uno de estos en la división óptica de segundo nivel se divide en 8 haces de luz más, razón por la cual se le llama a esta topología *estrella extendida*.

## 4.2. Esquema general de la red

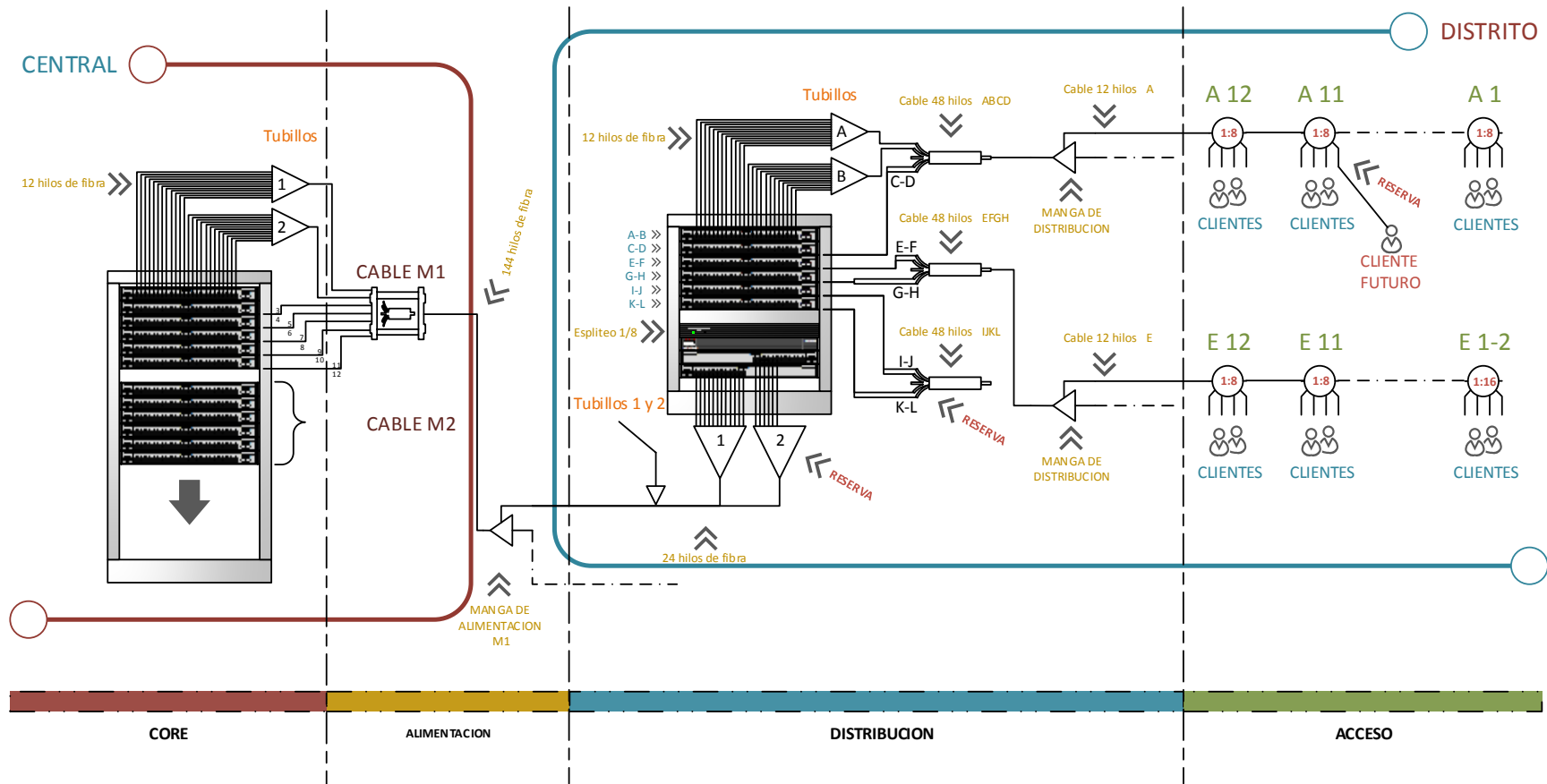


Ilustración 15 Esquema general de la red GPON

Este esquema general muestra la estructura básica que tendrá la red desde el equipo óptico usado como parte del Core de la central hasta llegar al usuario final, dividiendo a los materiales según la etapa a la que correspondan.

#### 4.2.1. DIFERENCIACIÓN DE LAS ETAPAS DE LA RED GPON

Cada etapa tiene elementos propios los cuales obedecen a una jerarquía estricta y que diferencian a una etapa de la otra, ya que los procedimientos, el tipo de materiales, la ubicación, la resistencia de cada material y los equipos que conectan las diferentes etapas cumplen papeles específicos dentro de la red, se diferencia cuatro etapas las cuales son:

- Core
- Alimentación
- Distribución
- Acceso

#### 4.2.2. CORE

La capa del Core para el análisis de la topología de red comprende desde el equipo concentrador hasta los cables de 144 hilos que sale de la central a los diferentes rutas.

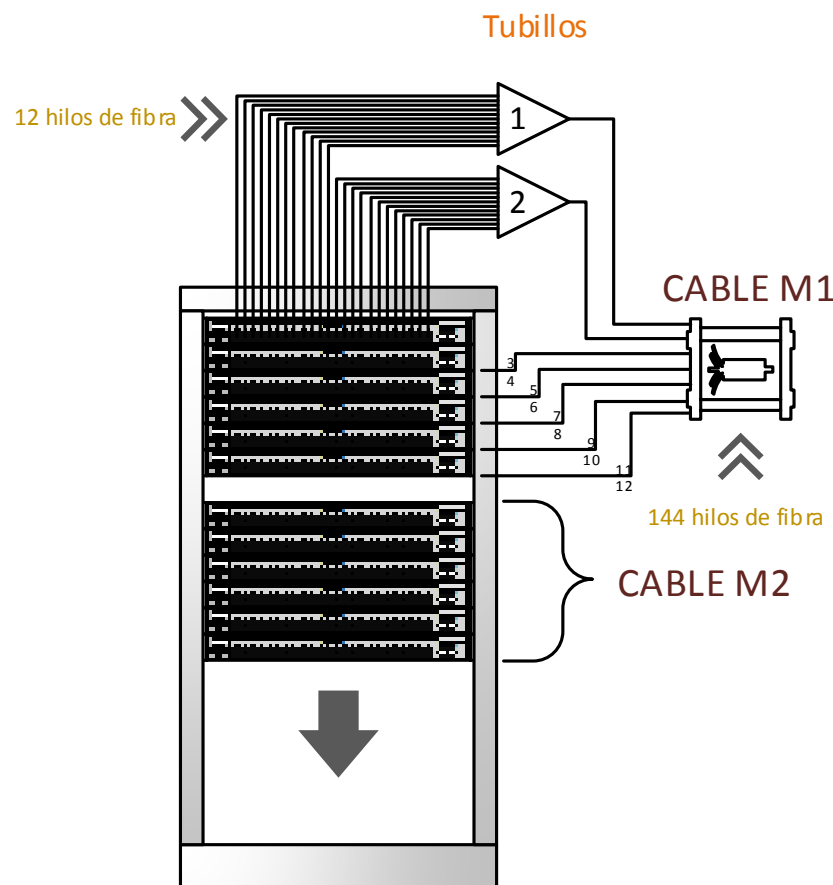


Ilustración 16 Estructura perteneciente al CORE de la red GPON

### 4.2.3. ALIMENTACIÓN

La capa de alimentación la conforman todos cables de 144 hilos de fibra que salen de la central, que van a las diferentes rutas, atravesando las diferentes mangas de alimentación que cumplen la labor de ir dejando los pares de tubillos necesarios a cada uno de los armarios dentro de la ruta.

Cada uno de los cables cubrirá hasta 6 distritos, dejando 24 hilos de fibra en cada uno de los distritos, los cuales entran a los diferentes armarios.

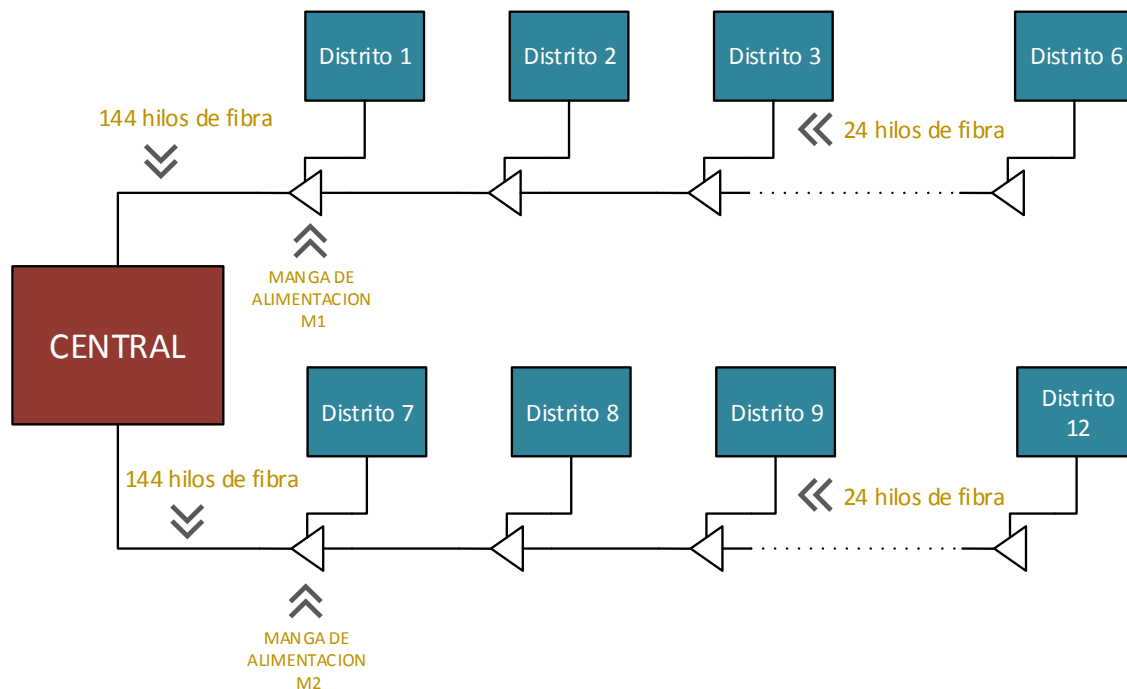


Ilustración 17 Esquema de alimentación de la red

### 4.2.4. DISTRIBUCIÓN

En la capa de distribución la acometida son 2 tubillos con 12 hilos de fibra cada uno, aquí se hace la primera división óptica utilizando un splitter en relación 1:8, también se encuentra al armario de distribución que se lo colocara en las calles, el cual dispone de 144 puertos de salida.

De esta primera división se sacan tres cables de 48 hilos, 2 se usaran y 1 quedara como reserva, cada uno de estos cables tiene 4 tubillos de 12 hilos cada uno los cuales son divididos para 4 caminos diferentes usando mangas de distribución.

Es decir la capa de distribución se encarga de buscar caminos desde el armario ubicado dentro de cada distrito, atravesando las rutas que existan dentro del mismo para ubicar puntos estratégicos desde los cuales se tenderá la capa de acceso.

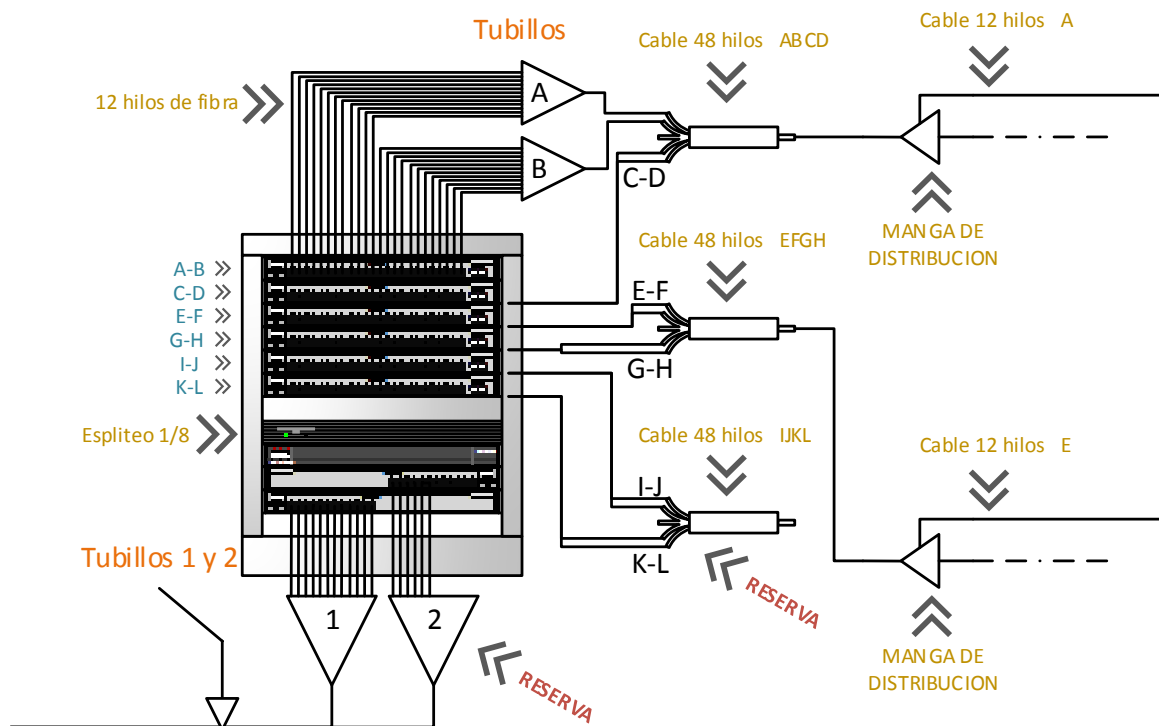


Ilustración 18 Esquema de Distribución de la red

#### 4.2.5. ACCESO

La capa de acceso la forman todas las rutas de 12 hilos que están distribuidas a lo largo de los distritos y que llegan a las cajas de acceso en donde va quedando un hilo por splitter, este hilo pasa por una división óptica de relación 1:8 o también se pueden dejar 2 hilos por caja de acceso con una división óptica de relación 2:16.

Desde este punto el tendido sale de los pozos subterráneos en el mejor de los casos y pasa en su totalidad a la postería de la empresa eléctrica para poder llegar hacia las casas de los clientes usando las acometidas del cableado eléctrico para hacer el ingreso de la fibra a la casa.

Desde las cajas de acceso se tienden los hilos de fibra hacia los hogares de los clientes dejando la reserva proyectada de clientes.

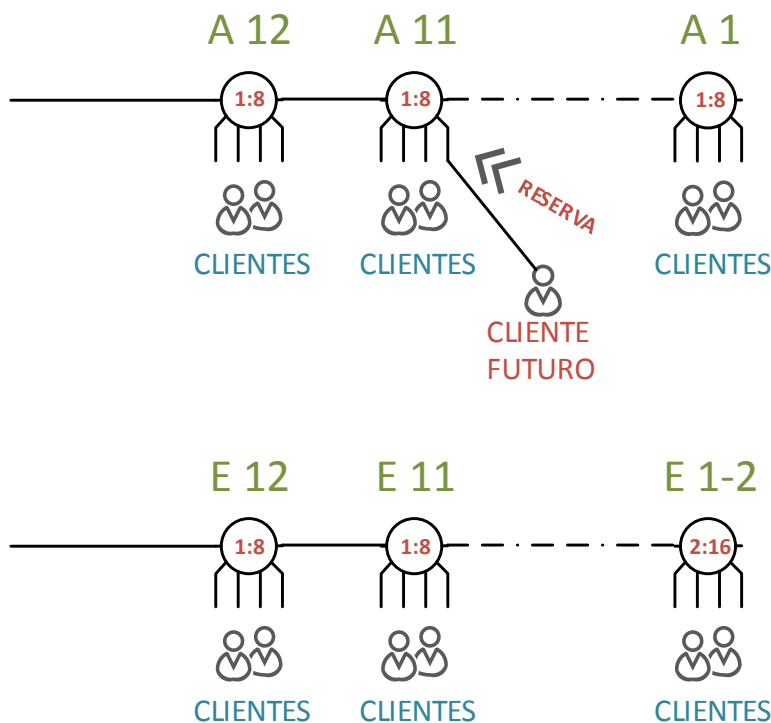


Ilustración 19 Esquema de la capa de acceso

### 4.3. Materiales por cada etapa de red

Se dividió los materiales según la etapa, reconociendo 4 diferentes fases dentro de la red como lo son los elementos de la red GPON que deben de adjuntarse al Core, los elementos que forman la red de alimentación, los equipos y materiales que se usaran para la red de distribución y los equipos que se colocaran en postería y en los hogares para formar la capa de acceso del diseño.

Los criterios usados para elegir materiales, en primer lugar se basan en la disponibilidad en el mercado, ya que en muchos casos las redes que se crean son redes idealizadas para materiales que tendrían que construirse, pero lamentablemente muy pocas son las empresas que pueden cubrir los gastos de investigación, desarrollo, producción en masa e implementación, por lo que antes de hacer el diseño ya se plantearon elementos base que son los que van a sostener a la red, tal sea el caso de los armarios que se pretende colocar en los distritos, las mangas de alimentación y distribución y las cajas que contienen los Splitters para la división óptica en capa de acceso.

El dimensionamiento del distrito en su etapa de saturación está dado por los materiales que conforman la red, porque según los equipos que se coloquen se tendrán más o menos usuarios por armario, razón por la cual el concepto de clientes máximos por distrito cambiaría y el estudio no tendría validez.

Al momento de proponer cualquier elemento para la red es necesario saber en qué clase de terreno se despliega cada etapa, de esto va a depender si se usa materiales resistentes al agua, al sol, a la corrosión, a factores externos como animales o ladrones, en fin existen un sin número de circunstancias que harán que cada etapa del tendido de la red nos exija dar opciones para afrontar determinados conflictos.

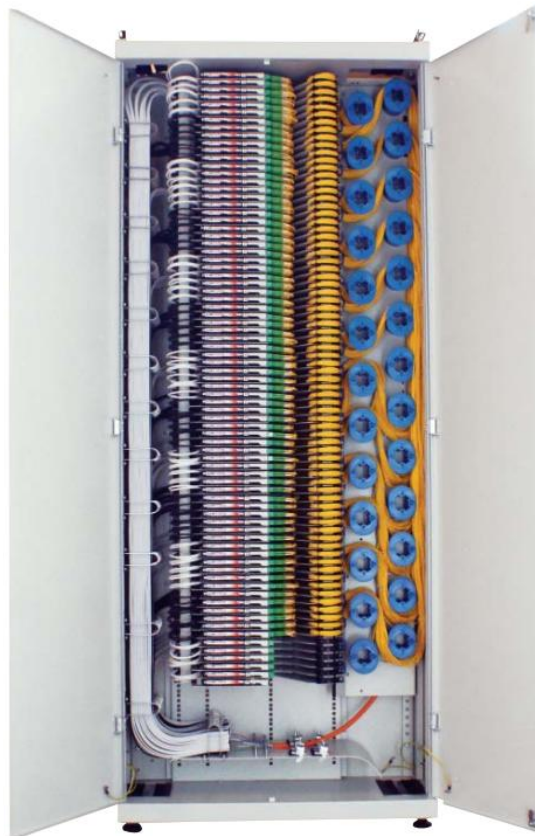
Los elementos de la red deben proveer a esta de seguridad, flexibilidad, escalabilidad, y ofrecer un precio accesible para poder lograr con la propuesta de red realizada.

#### 4.3.1. ELEMENTOS A USARSE EN EL CORE

El elemento más importante a usarse en el Core es el bastidor, equipo en el cual termina el diseño de la red que se va analizar, el cual lo comprenden el armario y las bandejas que van a servir a los clientes:

- **Concentrador Óptico**

El concentrador óptico previsto a usar en etapa es el “Side Access High Density Optical Distribution Frame CANODF-700” de marca CANOVATE (CANOVATE group, 2015).



*Ilustración 20 Repartidor óptico de marca CANOVATE*

Este repartidor Canovate tiene las siguientes características:

Atributo	Valor	Unidad
Dimensiones	900 (A) x 300 (P) x 2200 (L)	milímetros
Material	Chapa de acero	
Color	Blanco	
Peso (vacío)	120	Kg
Capacidad Máxima de puertos	2016	Puerto

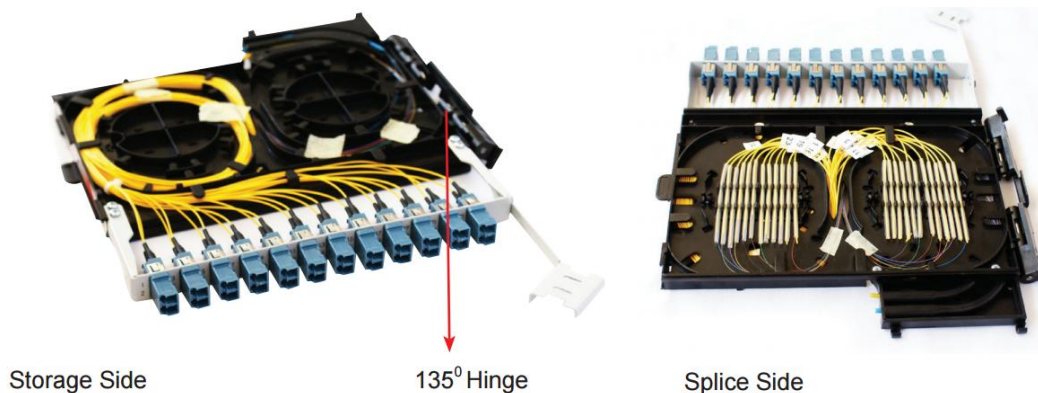
*Tabla 14 características del Repartidor óptico*

El repartidor usa módulos Canovate para hacer la repartición óptica, el modelo usado es el “High Density Side Access Troy Module CAN-TROY-700” (CANOVATE group, 2015).



*Ilustración 21 Módulos Canovate*

Estas bandejas tienen las siguientes características:



*Ilustración 22 Bandejas de conexión de fibra Canovate*



Atributo	Valor	Unidad
Dimensiones	486 (A) x 258 (P) x 133 (L)	Milímetros
Material	Chapa de acero	
Color	Negro	
Peso	4	Kg
Capacidad Máxima de puertos por bandeja	24	Puerto

*Tabla 15 Características de la bandeja de conexión de fibra Canovate*

Estos módulos vienen agrupados por U's o unidades de RACK cada uno posee 2 bandejas y la agrupación de 3 U's se le llama unidad la cual tiene 144 puertos que se conectaran al cable de alimentación que sale de la central que de igual forma tiene 144 hilos de fibra divididos en tubillos de 12 hilos cada uno.

#### **4.3.2. ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE ALIMENTACIÓN**

La red de alimentación la comprende el cable de fibra que viene desde la parte del Core, las mangas de alimentación y el cable que va hacia la distribución.

- **Cable de alimentación de 144 hilos divididos en tubillos de 12**

Utiliza un cable óptico recubierto con una alma de hierro lo cual según sus características de construcción lo vuelve flexible para resistir varios esfuerzos, lo que permite el robustez y flexibilidad en torno de un cable de con blindaje específico para soportar factores externos (Fibrefab, 2015).



Ilustración 23 Cable de fibra óptica de 144 hilos para la red de alimentación (Fibrefab, 2015)

El cable de fibra para la instalación de la red en Totoracocha debe tener como máximo un diámetro de 19 mm en su totalidad.

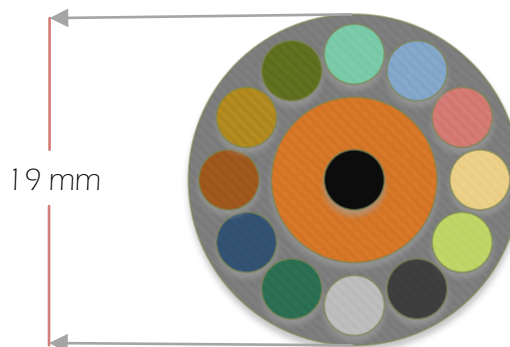


Ilustración 24 Diámetro máximo del cable de fibra óptica.

Tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción.

Es un cable de Fibra Óptica con mensajero que posee un tubo blindado, con 12 mini tubos que contienen 12 las fibras cada uno, su construcción robusta basada en blindaje de acero sirve para contrarrestar efectos adversos, tiene un núcleo relleno con gel anti humedad y chaqueta externa de polietileno de alta densidad, el cual obedece a estándares ITU-T G.652D.

Este cable de fibra óptica es usado desde la parte del Core para conectarse con los diferentes armarios pasando por la etapa de alimentación.

- **Manga de alimentación**



*Ilustración 25 Manga subterránea (Ciemtelcom, 2015)*

La capacidad de una manga puede variar entre 12, 24, 48 hasta 144 hilos entre las más comunes conforme al tipo de instalación que desee realizar y su necesidad de fusión de hilos.

La Manga de alimentación debe tener empalmes de fibra óptica, 144 hilos y 8 accesos.

Las mangas son usadas para la protección de fusiones tanto al momento del tendido de la red como a la hora de realizar trabajos de mantenimiento y reparación.

Las mangas pueden ser de tipo domo o tipo lineal, las dos opciones tienen que ser herméticas, es decir, que no permite el ingreso de ninguna sustancia en su interior y puede ser utilizada para empalmes aéreos, canalizados o directamente enterrados, además de dar la opción que se agreguen o cambien cables, el diámetro de las fibras que debe soportar son de 19mm y 14mm como máximos.

La manga debe dar gran resistencia mecánica de la cubierta puesto que en el interior poseer una bandeja de empalme para alojar a las fusiones de fibra, ya que son mangas de alimentación para los armarios estas mangas están dotadas de varios puertos de entrada y salida para permitir trabajar con derivaciones hacia tubillos de menor capacidad.

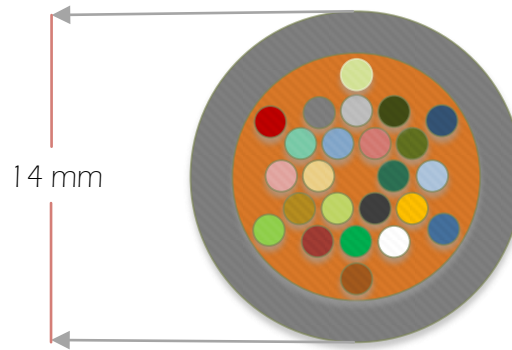
- **Cable que va hacia la distribución**



Ilustración 26 Cable de la maga hacia el armario de distribución

El cable monotubo PSP contienen 24 fibras que van desde la manga de alimentación hacia el armario de distribución, tiene doble cubierta de polietileno con miembros reforzadores de fibra de vidrio y cinta armada metálica para uso en conducta o instalación subterránea directa. Los cables monotubo contienen 24 fibras en un tubo holgado relleno con gel con miembros reforzadores no metálicos de fibra de vidrio, cordón de rasgadura y cubierta interior de polietileno. Cinta armada metálica de acero corrugado (CST) y cubierta exterior de polietileno de alta densidad. (Fibrefab, 2015).

El cable brinda la resistencia necesaria para la red, soporta golpes magulladuras, es resistente al agua y a los roedores, situación ideal ya que en su mayoría el tendido será subterráneo; El diámetro de la fibra es de 14 mm.



*Ilustración 27 Diámetro de la fibra que va a distribución*

#### **4.3.3. ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

La red de distribución consta del el cable de fibra que llega desde la manga de alimentación, el armario de distribución y los cables de 48 hilos de 4 tubillos de 12 hilos, la manga de distribución y la caja de distribución.

- **Armario de distribución**

El armario de distribución es de marca Corning, para colocarlo en la calle y con alimentación subterránea mediante las cámaras y es el que se presenta a continuación, su modelo es “OptiTect® Gen III Local Convergence Cabinet (SCAP431W41E31W4S00)” (Corning, 2015).



*Ilustración 28 armario de distribución Corning (Corning, 2015)*

Características del armario de distribución:

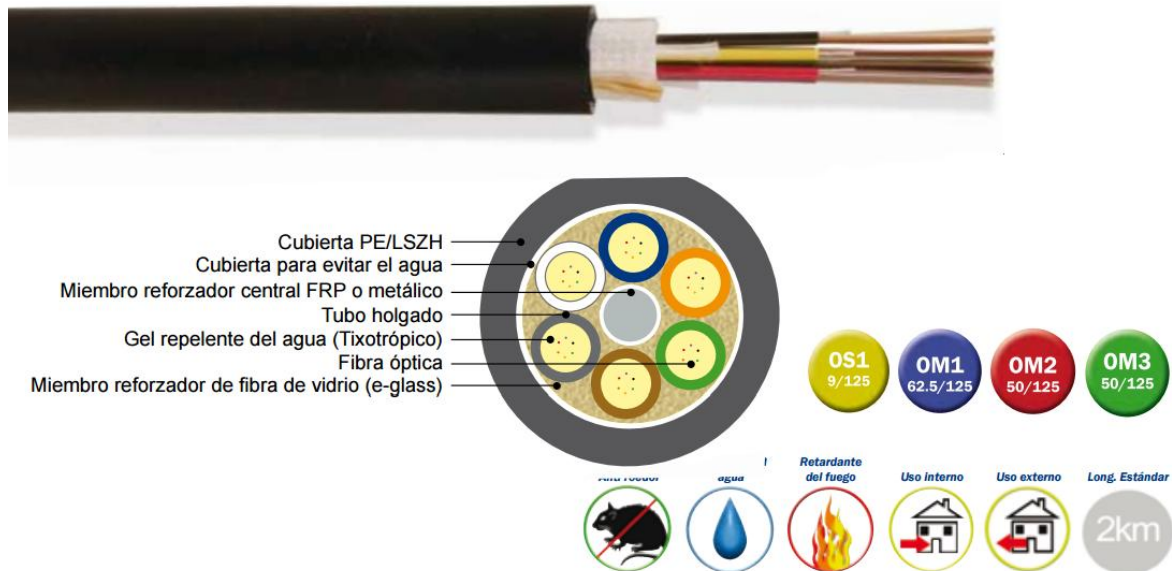
Diseño - Hardware	
Color de la carcasa	Almendra
Capacidad del Gabinete de fibra	144
Número de Fibras en Cable de entrada	24
Feeder o Pass atreves de cable	pigtails
Tipo de cable de Distribución	pigtails
Conector polaco	APC
Módulo Splitter Categoría	Sin Splitter
Numero de cables de Distribución	144

*Tabla 16 características del armario de distribución (Corning, 2015)*



- **Cables de distribución**

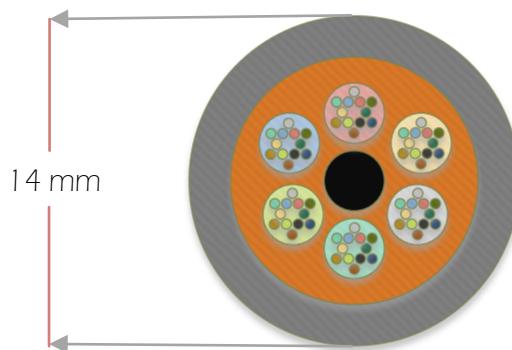
El cable multitubo contienen 48 fibras que van desde el armario de distribución hacia la manga de distribución, tiene doble cubierta de polietileno con miembros reforzadores de fibra de vidrio y cinta armada metálica para uso en conducta o instalación subterránea directa.



*Ilustración 29 cable de distribución de 48 hilos*

Los cables multitubo contienen 12 fibras por cada uno de sus 4 tubillos, en un tubo holgado relleno con gel con miembros reforzadores no metálicos de fibra de vidrio, cordón de rasgadura y cubierta interior de polietileno. Cinta armada metálica de acero corrugado (CST) y cubierta exterior de polietileno de alta densidad (Fibrefab, 2015).

El cable brinda la resistencia necesaria para la red, soporta golpes magulladuras, es resistente al agua y a los roedores, situación ideal ya que en su mayoría el tendido será subterráneo y su diámetro máximo tiene que ser 14mm.



*Ilustración 30 Diámetro del cable distribución*

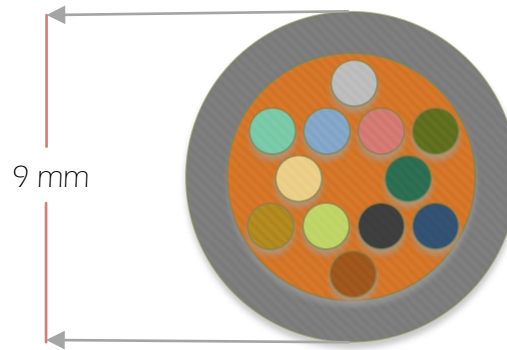
El cable monotubo de 12 fibras sale a las diferentes cajas de acceso desde la manga de distribución al igual que el resto de cables tienen una protección contra roedores y contra filtraciones tiene mucha resistencia y flexibilidad para el tendido aéreo y los problemas climáticos que pueda encontrarse (Fibrefab, 2015).



*Ilustración 31 Cable de distribución de manga a la caja*

Este cable de fibra posee un diámetro máximo de 9mm que le permite la salida y el ingreso a las cajas de distribución desde las mangas de distribución.





*Ilustración 32 Diámetro del cable de distribución de manga a la caja*

Es un cable de Fibra Óptica de construcción robusta basada en blindaje de acero, para contrarrestar efectos adversos, de núcleo relleno con gel anti humedad y chaqueta externa de polietileno de alta densidad, el cual obedece a estándares ITU-T G.652D permite su uso aéreo y subterráneo para salir desde los pozos hacia los postes, ya que en la mayoría sino en todos los casos el tendido óptico tiene su transición en este punto cambiando las condiciones de uso en las que se halla, requiriendo un control más estricto en cuanto calidad.

- **Manga de distribución**

Estos accesorios son contruidos a base de materiales que protegen a la fibra óptica de las radiaciones UV, el sellado de las mangas es muy importante ya que debe ser duradero y mantener su hermeticidad.

La manga de distribución a usar es de marca Corning (Corning, s.f.), el modelo que se tiene previsto comprar es el “MF12-0077E4EV4S100F”.



*Ilustración 33 manga de distribución subterránea (Corning, s.f.)*

Otra opción que se tiene prevista es el uso de una manga aérea de marca Corning como opción si es que no es posible realizar las conexiones en las cámaras, el código de este producto es ML12-0077E4EV3DA00F.



*Ilustración 34 Manga de distribución aérea.*

Las mangas deben obedecer un mismo patrón en la red sean estas subterráneas o aérea por lo que los dos modelos poseen espacio de 48 fusiones para toda la red de distribución tienen las siguientes características:

- 1 Acceso para el cable de mínimo 14mm
- 7 Accesos para cables de mínimo 12mm

Las bandejas tienen que tener una modularidad de 12 fusiones, esto con el afán de poder administrar y enrutar las diferentes divisiones.

- **Caja de distribución**



*Ilustración 35 caja de distribución (Furukawa, 2015)*

La caja de distribución que la empresa Furukawa ha entregado a Eapa EP. Consta de dos agujeros más, destinados para poder hacer sangrado dentro de la misma caja.



*Ilustración 36 Caja de distribución*

La Caja de distribución aérea y adosada Marca Furukawua posee una entrada para el cable de fibra de la parte de alimentación quedándose esta con 1 o 2 hilos de alimentación, aquí se realiza una división óptica usando un splitter de 1 a 8, esta caja puede soportar hasta dos splitters lo que significa que se puede llegar hasta 16 clientes desde la misma.

La caja debe permitirnos hacer sangrado ya que muchas veces no se puede continuar con el cable de 12 por la misma ruta y es necesario llegar a una caja paralela por lo que permite hacer un empalme interno y desde aquí servir a una caja vecina que no se halle dentro de esta ruta.

La caja de acceso posee las siguientes características:

Atributo	Valor	Unidad
Dimensiones	300 (alto) x 220 (ancho) x 100 (profundidad)	Milímetros
Material del cuerpo	Termoplástico reforzado	
Color	Negro	
Peso	2,0 kg	Kg
Diámetro del cable de distribución	2 orificios para cables de 5 a 7,6	Milímetros
	2 orificios para cables de 7,6 a 15	Milímetros
Dimensionales de los cables drop	Cables Circulares: 16 cables de 4,5 hasta 5,3	Milímetros
	Cables Flat: 16 cables de 2,0 x 3,0	Milímetros

*Tabla 17 Características de la caja de Acceso (Furukawa, 2015)*

#### 4.3.4. ELEMENTOS A USARSE EN LA RED DE ACCESO

La red de acceso consta de los cables de fibra que se usaran para el tendido hacia las casas y las cajas de acceso que se instalaran en donde residan los clientes.

- **Cable de acceso óptico**

El modelo del cable a usarse es el ABNT NBR 14772 de marca Furukawa, que obedece al estándar ITU-T G 657 que tiene uno o dos hilos de fibra óptica con cable mensajero para darle resistencia a la tensión y flexibilidad. (Comunitelsa, 2015)

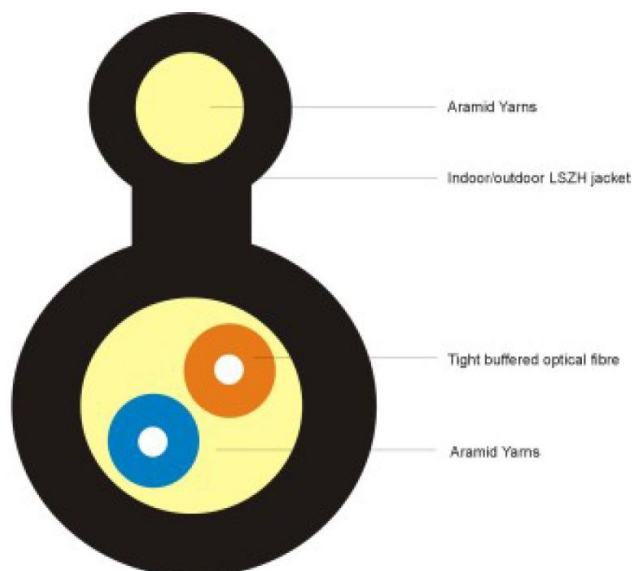


Ilustración 37 Cable de acceso óptico (Comunitelsa, 2015)

Este cable de fibra posee las siguientes características:

Característica	Valor	Unidad
Cantidad de Fibras ópticas	1 o 2	u.
Diámetro nominal sub-unidad	3,4	mm
Dimensiones exteriores nominales (ancho x altura)	3,4 x 5,9	mm
Peso linear nominal	10,5	kg/km

Tabla 18 Características del cable óptico de acceso

- **Caja de acceso del cliente**

Se tiene previsto usar dos tipos de productos para el acceso por parte del cliente, que le permitan tener servicio a internet de alta velocidad así como conservar la línea telefónica que será trasladada de la red de cobre a la nueva red GPON, estos equipos son:

- **FK-ONU-G420R:** de marca Furukawa que tiene las siguientes especificaciones.
  - Soporte a QoS.
  - Soporte a VLAN'S
  - Actualización remota de firmware
  - Servicios y ancho de banda configurables por puerta
  - Dimensiones: 160 x 40 x 124,5 mm
  - Alimentación: 12V con adaptador incluido

Este equipo tiene los siguientes puertos mediante los cuales tiene acceso a la red de fibra óptica, brinda servicio a equipos Ethernet y permite la conexión telefónica con cualquier equipo telefónico analógico.

- 1 puerto óptico SC-APC
- 4 puertos RJ-45 Gigabit Ethernet
- 2 puertos RJ-11 para Telefonía Analógica



*Ilustración 38 Caja de acceso para los clientes modelo FK-ONU-G420R (Tecnoredsa, 2015)*

- **FK-ONU-G420W:** igualmente de marca Furukawa que tiene las siguientes especificaciones.
  - Soporte a QoS
  - Soporte a VLANs
  - Actualización remota de firmware
  - Servicios y ancho de banda configurables por puerta
  - Seguridad WiFi WEP/WPA/WPA2
  - Dimensiones: 228 x 41 x 176 mm
  - Alimentación: 12V con adaptador incluido

Este equipo viene equipado con un puerto de fibra que le permite comunicarse con la red GPON, 4 puertos Ethernet para realizar conexiones físicas, puertos telefónicos para conexión con cualquier teléfono analógico y también la opción de router-WiFi para la banda de 2,4 Ghz que permitirá la conexión inalámbrica de cualquier dispositivo portátil.

- 1 puerto óptico SC-APC
- 4 puertos RJ-45 Gigabit Ethernet
- 2 puertos RJ-11 para Telefonía Analógica
- Antena WiFi 802.11b/g/n



*Ilustración 39 caja de acceso para los clientes modelo FK-ONU-G420W (Tecnoredsa, 2015)*

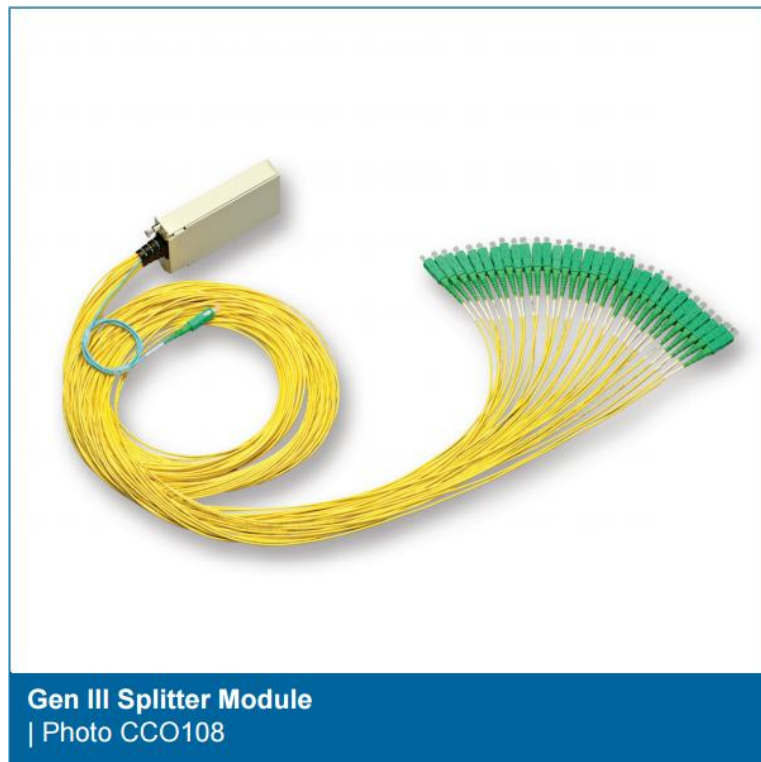
#### 4.3.5. ELEMENTOS A USARSE EN VARIOS PUNTOS

Tenemos elementos como los splitters y los pigtails que serán usados en los diferentes puntos de la red para conectar entre sí a los usuarios, los diferentes equipos y a las diferentes etapas de la red.

- **Splitters**

Los splitters o divisores ópticos cumplen la función de dividir el haz de luz emitido por la fuente y separarlo en sus componentes base en cada uno de los niveles en los que se colocan, para la red se usa división óptica en relación 1:8 en el armario de distribución y 1:8 en la caja de distribución; la relación de 1:8 de distribución está presente en los armarios de distribución a los cuales llegan 24 fibras, de las cuales 18 se usan y las otras 6 quedan de reserva, luego estas 18 fibras pasan por un splitter que divide la señal de cada fibra a 8 hilos teniendo un total de 144 salidas de las cuales se usaran 96 La relación 1:8 se la usa para entregar servicio a los clientes, desde la caja de distribución.

- **El splitter del armario de distribución:** es de marca Corning y su modelo es CCO108 que permiten división óptica 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, 2:16 y 2:32, pero para la red de la cabecera Totoracocha se usan los de 1:8.

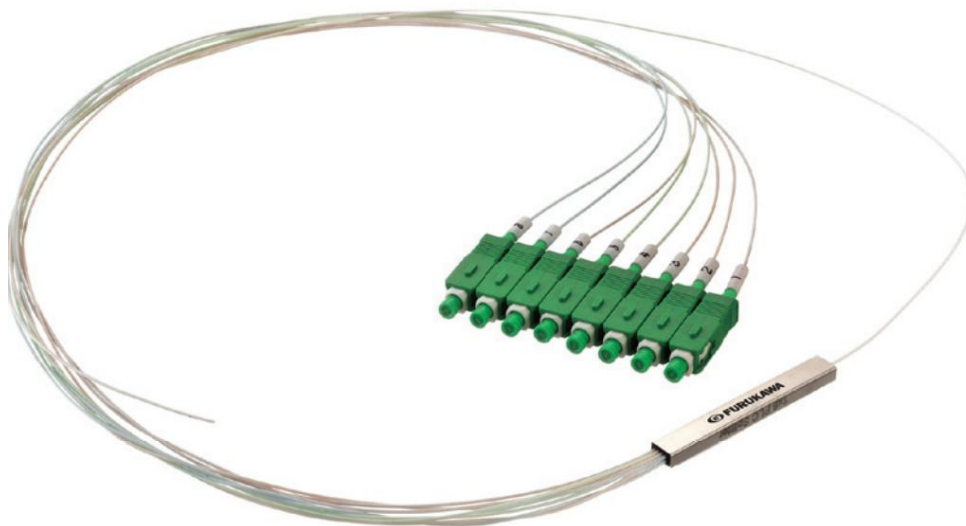


*Ilustración 40 Splitter óptico Corning (Corning, 2015)*



Este splitter cumple con la especificación ITU-T G.657.A, y es intercambiable dentro del armario y entre los diferentes modelos de armario como los que son para interiores o para postes.

- **El splitter de la caja de distribución:** es de marca Furukawa con sus modelos :
  - 35500178 SPLITTER ÓPTICO PLC 1X8 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SIN BREAKOUT
  - 35500192 SPLITTER ÓPTICO PLC 1X16 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SIN BREAKOUT



*Ilustración 41 Splitter óptico marca Furukawa modelo 35500178*

Este Splitter cumple con las normas de la ITU-T G.657.A, siendo el modelo 35500178 el que se usara ya que se dejan 2 hilos de fibra por caja.

### • Pigtails

Los pigtail se usan para conectar toda la red ya sea después de las divisiones ópticas, equipos finales de usuario, interiores de armarios o bastidores, se usaran los siguientes modelos de pigtail:

- **SC/APC:** este pigtail cumple con las normativas ITU-T G.652.



Ilustración 42 Pigtail marca Corning (Corning, 2015)

Este pigtail tiene las siguientes características:

Normas	
Aprobaciones y Listados	Aprobó EIA / TIA 568-B.3
Capacidad de conexión con otras marcas	Los conectores son FOCIS cumplen con TIA / EIA 604-10A y IEC61754-20
Diseño – Conector	
Tipo de conector	SC de APC
Material del manguito	Cerámico
Color de la carcasa	Verde

Tabla 19 Características del Pigtail SC/APC

Este tipo de pigtail se utilizara para conectar a las cajas de los clientes, a las cajas de distribución y al armario de distribución.

- **FC/APC:** este pigtail “FC/APC Single Mode, Simplex” cumple con las normativas ITU-T G.652.



*Ilustración 43 Conector FC/APC marca Canovate (Canovate, 2015)*

Este pigtail se usa en el bastidor del Core de marca Canovate ya que las bandejas vienen pre-armadas con este tipo de conectores.

## 5. Capítulo 5 – Diseño de red

Acorde a lo analizado anteriormente sobre la demanda y los materiales a ser utilizados, brindados por parte de la empresa Etapa EP. se debe proceder con el diseño de la red de telecomunicaciones para la cabecera Totoracocha, a continuación se encontrara los respectivos distritos, el diseño de una ruta de alimentación así como la red de distribución y acceso para uno de los distritos, considerando que se prestará el servicio a el 100% de las familias existentes en la zona.

### 5.1. Formación de Distritos

Un armario de distribución brinda servicio a todo un distrito, por lo cual debido a sus características, se tiene la capacidad para 144 conexiones de distribución, separadas en bandejas, cada una con capacidad para 12 hilos de distribución. Cada bandeja se encuentra denominada con letras, que van desde la letra A hasta la L.

De las 144 conexiones de distribución, 96 hilos serán utilizados (bandejas desde la A hasta la H), los 48 hilos restantes (bandejas I, J, K, L) servirán de reserva para crecimiento futuro o red empresarial de ser necesario.

Cada uno de estos hilos de distribución estará conectado a un splitter (1:8) que se encuentran en las cajas de distribución, luego de ésta etapa se llega a los usuarios finales, por lo cual tendremos:

$$\begin{aligned} & \text{hilos de distribución} * \text{capacidad en el splitter} \\ & = \text{total de clientes por distrito} \\ & 96 * 8 = 768 \end{aligned}$$

*Ecuación 11 Total de clientes por distrito*

Se debe tener en cuenta que este valor corresponde al total de clientes que se pueden servir en un distrito cubriendo por completo la demanda.

Al realizar el diseño de red completando los 768 clientes, considerando a los hogares actuales en la cabecera, no podrá incrementarse el número de clientes en un futuro, por lo cual es necesario realizar un estudio de demanda y proyectar el crecimiento de hogares en el área que comprende la cabecera; esto ya fue analizado en el capítulo 2 teniendo en cuenta todo factor demográfico. Utilizando los valores obtenidos anteriormente (tabla 13), tenemos el porcentaje de crecimiento de usuarios para la cabecera y podemos decir que:

$$\begin{aligned} \text{clientes actuales por distrito} \\ &= \text{total clientes por distrito} \\ &\quad - \text{porcentaje de crecimiento (usuarios)} \end{aligned}$$

*Ecuación 12 Clientes Actuales por distrito*

Para desarrollar la ecuación, tenemos los siguientes valores, los cuales aplicaremos a la ecuación 12.

Total de clientes por distrito = 768

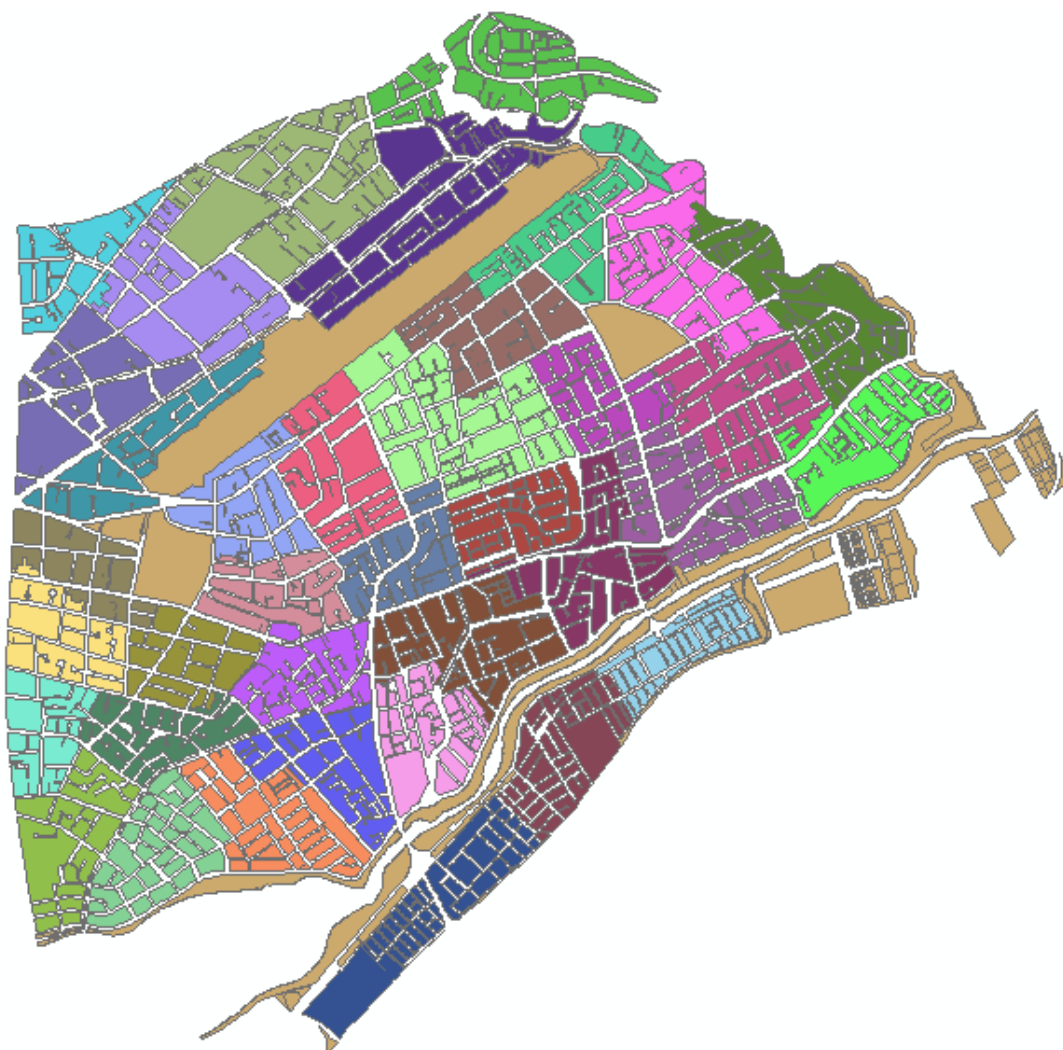
Porcentaje de crecimiento (usuarios) = 10.67%

$$\begin{aligned} \text{clientes actuales por distrito} &= 768 - 10.67\% \\ \text{clientes actuales por distrito} &= 768 - \frac{10.67}{100} * 768 \\ \text{clientes actuales por distrito} &= 686 \text{ clientes} \end{aligned}$$

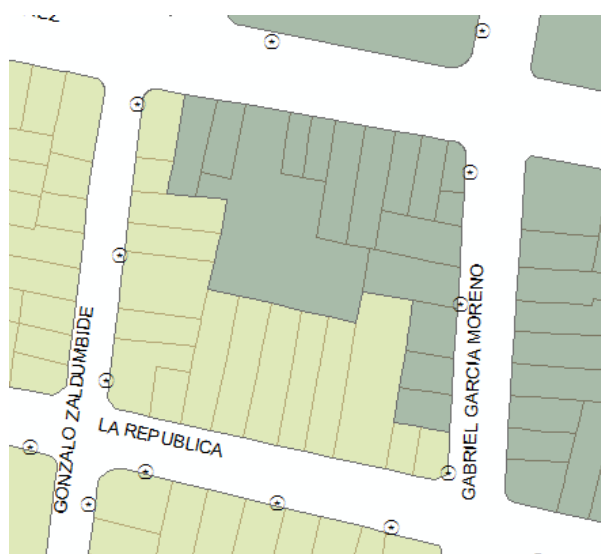
Cada distrito estará formado por aproximadamente 686 clientes, pero para este caso de diseño se quiere tratar de mantener lo más posible cuerdas y manzanas completas dentro de un distrito, por lo tanto, éstos no tendrán exactamente 686, por lo cual también se pone un margen de error para ese valor, con un rango de tolerancia del  $\pm 1\%$ .

Otro factor importante para la formación de distritos es la posición de los postes de luz, debido que la red de distribución en esta zona será en su mayoría una red aérea, por lo cual si se tendrán casos donde una manzana se encuentre dividida y formará parte de diferentes distritos.

Se debe proceder con el conteo de los medidores de luz, los cuales representan un cliente, ya sea porque pertenecen a una familia, o un local comercial.



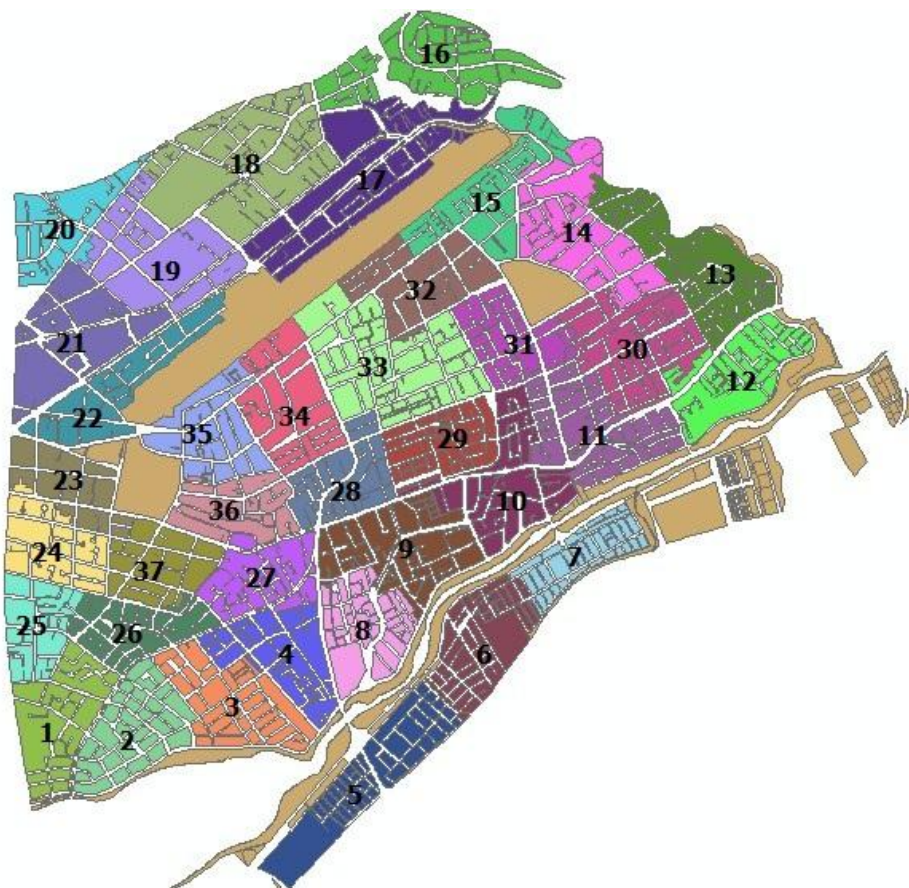
*Ilustración 44 Distritos formados en la cabecera Totoracocha*



*Ilustración 45 Manzana dividida, formando parte de dos distritos diferentes.*



Una vez que se hayan contabilizado los medidores, cada distrito tendrá un identificador (número) para poder distinguir a cada uno. Éste atributo nos permite reconocer a cada uno de los distritos y de la misma manera ayuda a identificar los elementos de red colocados en el mismo.



*Ilustración 46 Numeración de distritos*

La cabecera de Totoracocha tendrá 37 distritos.

Zonas como el Aeropuerto Mariscal Lamar, Complejo Deportivo de Totoracocha, Cementerio Municipal no se encuentran dentro de un distrito específico ya que cada uno representa un cliente y la red de fibra podrá llegar por cualquiera de los distritos aledaños.

El repartidor óptico, es el nodo central de la red, en el cual se realizan todas las conexiones para poder brindar los servicios de telecomunicaciones a los usuarios, estará ubicado en las instalaciones de etapa que se encuentra en el sector Totoracocha, en las calles Rumi Urco y Río Cutucú esquina. Desde aquí saldrá la red de alimentación o red primaria.

## 5.2. Red de Alimentación

La capacidad de cable de alimentación a ser utilizado es de 144 hilos de fibra óptica, de los cuales 24 hilos son destinados para cada armario de distribución (24 hilos para cada distrito), por lo tanto para servir a los 37 distritos se requieren varias rutas de alimentación. Cada ruta estará conformada por una cierta cantidad de distritos que dependen de la capacidad de los elementos de red, para este caso:

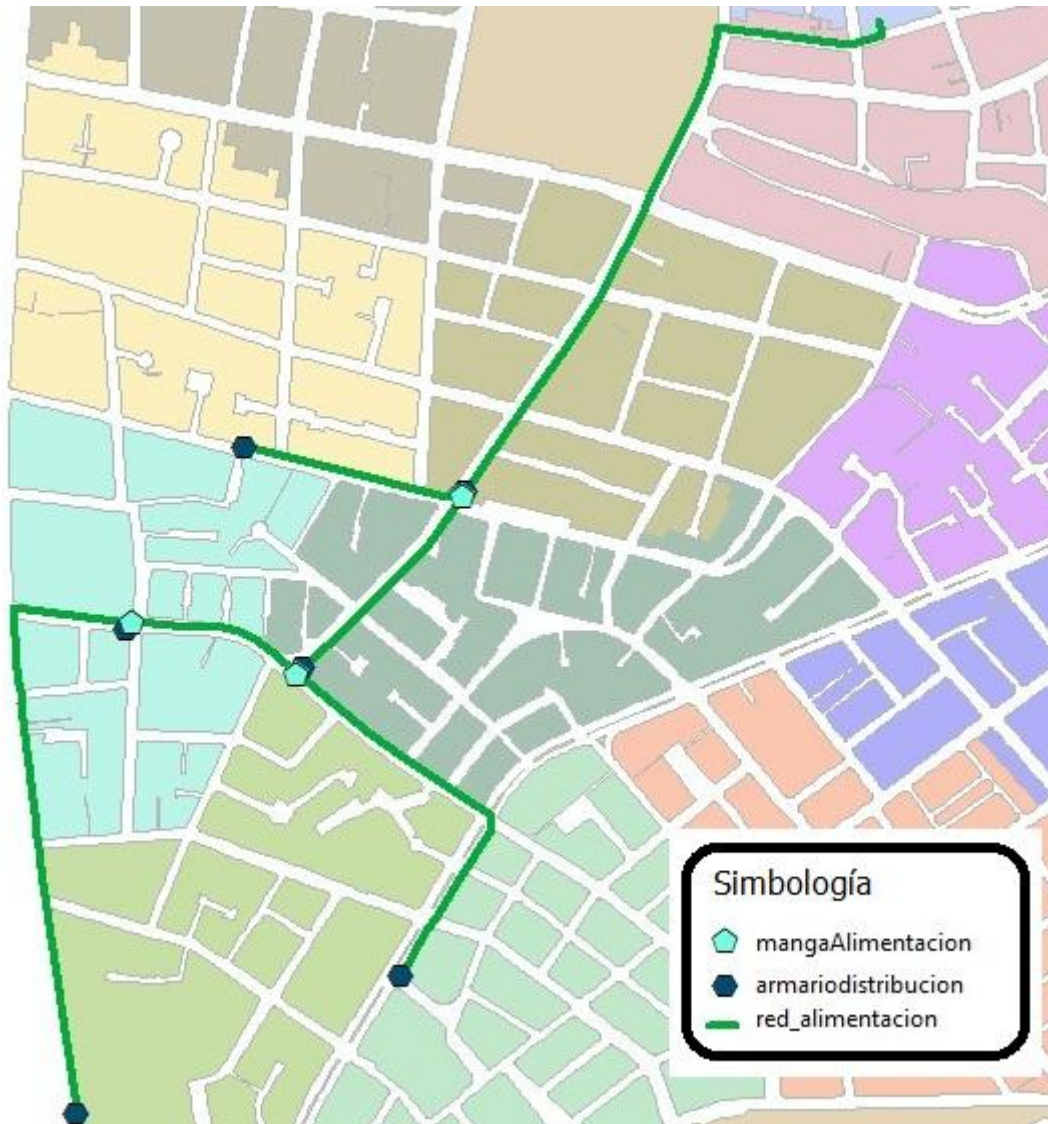
$$\begin{aligned} \text{distritos por cable de alimentación} &= \frac{\text{capacidad del cable}}{\text{cantidad de hilos por armario de distribución}} \\ \text{distritos por cable de alimentación} &= \frac{144}{24} = 6 \end{aligned}$$

*Ecuación 13 Total de distritos que se pueden servir con un cable de alimentación*

Cada ruta de alimentación será capaz de brindar servicios entre 5 o 6 distritos, dependiendo de la ubicación física de los mismos al momento de trazar la ruta, la misma que debe atravesar o pasar en los límites del distrito, así, al colocar las mangas de alimentación se puede realizar el sangrado de cables de alimentación y llegar a cualquier punto donde sea conveniente colocar el armario de distribución.

En este proyecto se traza una ruta de alimentación, destinada a servir a 6 distritos. Ésta ruta de utilizará la canalización que tiene la empresa Etapa EP, debido que la capacidad del cable es de 144 hilos de fibra es mejor que el montaje del mismo sea en ductos (subterráneo).





*Ilustración 47 Red de Alimentación, mangas de alimentación y armarios de distribución*

### 5.3. Red de Distribución

De los 144 hilos de fibra que forman parte de la ruta de alimentación, 24 hilos llegan a un armario de distribución, en el cual se realiza una división óptica de 1:8, aquí sale la red secundaria también conocida como red de distribución.

De los 24 hilos de fibra, 18 serán conectadas en la bandeja para la respectiva división óptica, las otras 6 serán una reserva para la red.

El armario de distribución será colocado en el punto medio de carga del distrito, pero si esto no es posible debido a la canalización que tiene la empresa Etapa o la forma física del distrito, entonces lo ideal sería colocarlo en un punto donde se pueda llegar

de la mejor manera a todos los clientes del distrito sin utilizar longitudes grandes de cable. Éste armario contiene 12 bandejas, a cada una de las mismas ingresa un hilo de alimentación y sale 12 hilos para la red de distribución. Las bandejas tienen denominación alfabética, las cuales van desde la A hasta la L.

Los cables de distribución salen del armario tienen capacidad de 96, 48 o 24 hilos según como se encuentre la densidad de clientes en el distrito, no precisamente las rutas de 12 cables, por lo cual deben primero atravesar las mangas de distribución antes de llegar a las cajas, para lo cual se utilizan las mangas de distribución, que permiten sangrar el cable en otros de menores capacidades como los de 12 hilos.

Cada una de las rutas de distribución (12 hilos) deberá llegar a las cajas de distribución, las cuales realizan un splitteo de 1:8 para poder llegar a los usuarios. Cada caja de distribución puede contener hasta 2 splitters, dependiendo de las necesidades de la red.

En lo posible se cada una de las cajas de distribución se deberá activar los 2 splitters, teniendo en cuenta de no sobrepasar la distancia entre la caja y el usuario. Esta distancia no debe superar los 30 metros (ITU), pero en la práctica Etapa ha realizado pruebas para la calidad de la señal, la cual se mantiene bien si la distancia no supera los 50 metros, lo cual ayuda a disminuir costos en la implementación de la red ya que implica colocar menos cajas de distribución.

Ciertas zonas, la ubicación de los clientes y la distancia entre los mismos, nos obliga a activar un solo splitter para utilizar el otro hilo de distribución en otra caja, pero estos casos son muy escasos. Dentro de éste diseño se encuentra un solo caso donde se requiere utilizar 2 hilos de fibra para dos cajas diferentes.

La mayoría de las cajas de distribución se encuentran en posteria debido que la red en el sector es aérea y gran parte de los predios no tienen más de 3 clientes. Se dan situaciones donde existen varios usuarios en un edificio ya sea solo departamentos, locales comerciales o mixto. La estructura de la red de telecomunicaciones tiene que poseer una caja interna desde la cual se brinde el servicio al edificio solo a los departamentos que este posea, es decir no se puede tomar como cliente a un abonado en la vecindad del edificio aun si la caja no se satura en su totalidad con clientes.

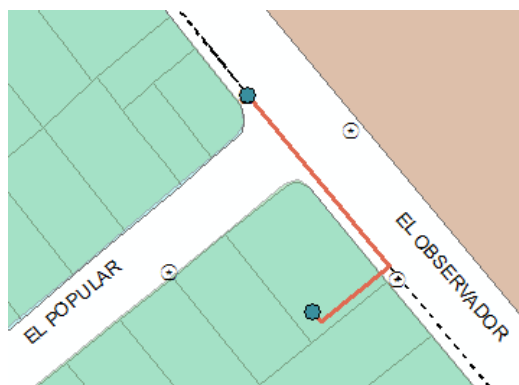


Ilustración 48 Predio esquinero con caja de distribución interna.

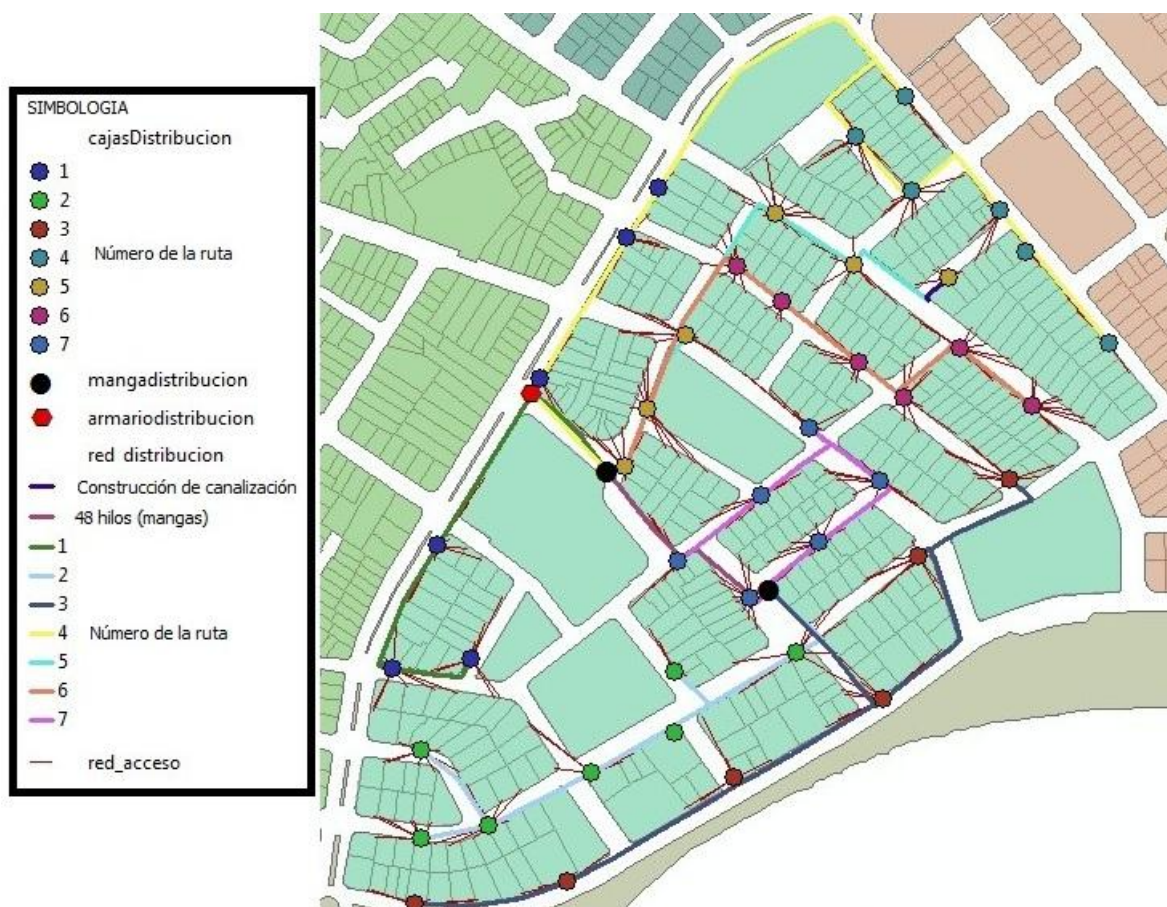


Ilustración 49 diseño de la red para el distrito 2

El diseño de la red debe realizarse en un programa para graficar, que permita almacenar datos y geo-referenciarlos, es por esta razón que GIS es una de las mejores opciones, además que este permite muchas otras opciones como calcular áreas, longitudes y sumatorias, etc.

Cada uno de los elementos de red GPON será representado por una capa o layer, dentro de la cual se colocara información necesaria sobre aquel elemento o

elementos, que son los atributos del mismo. Esto ayudara para que sea más fácil ubicarlo en el mapa y cuando se requiera conocer físicamente donde esta o sus características se tenga toda la información digitalizada.

#### 5.4. Capas en GIS

Capa	Tipo	Atributos	Descripción Atributos
Cuenca_Distritos	Polygon	Cantidad_M	Cantidad de medidores de luz, que representa a clientes actuales
		Distrito	Número de distrito
		AreaDist	Área del distrito
Postes_Referencia	Point		
Levantamiento_medidores	Point	cantidad	Número de medidores en el predio
red_alimentacion	Polyline	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumRuta	Número de ruta de alimentación
		CapCblAlim	Capacidad del cable de alimentación: 144, 72, 48, 24 hilos
		TipoCblAlim	Tipo de chaqueta del cable de alimentación: ARM - blindado para ducto (subterráneo), ADSS - dieléctrico para aéreo.
		MonCblAlim	Tipo de montaje del cable: SUBT - en ducto, AEREO - en posteria, ADOSADO - adosado a pared.
		LonCblAlim	Longitud de tramos
mangaAlimentación	Point	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumRuta	Número de ruta de alimentación
		CapManga	Capacidad de la manga
		RsvHiloAlm	Reserva de hilos de alimentación en la manga
		MonMngAlim	Tipo de montaje de la manga: POZO - en pozo o cámara, POSTE - en posteria, PARED - adosado a pared
armariodistribucion	Point	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumDist	Número de distrito
		BandAlim	Números correspondientes a las 2 bandejas de la red de alimentación habilitadas en el armario
		BandDist	Bandejas habilitadas en la red de distribución, puede ser desde la A hasta la H (96 hilos)
		NumCajaHab	Número de cajas habilitadas en el distrito
		DirArm	Dirección del armario de distribución
red_distribucion	Polyline	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumDist	Número de distrito
		CapCblDist	Capacidad del cable por tramo
		TipCblIDist	Tipo de chaqueta del cable de distribución: ARM - blindado para ducto, ADSS - dieléctrico para aéreo, MONOTUBO - para cables de 4 hilos



		MonCblDist	Tipo de montaje del cable: SUBT - en ducto, AEREO - en posteria, ADOSADO - adosado a pared.
		LonCblDist	Longitud de tramos
mangadistribucion	Point	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumDist	Número de distrito
		RSVHiloDis	Reserva de hilos de distribución en la manga
		MontMngDis	Tipo de montaje de la manga: POZO - en pozo o cámara, POSTE - en posteria, PARED - adosado a pared
cajasDistribucion	Point	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumDist	Número de distrito
		CodCaja	Código de caja de distribución en función de: cabecera, distrito, hilos, splitters
		MonCajaDst	Tipo de montaje de la caja: POZO - en pozo o cámara, POSTE - en posteria, PARED - adosado a pared, INTERNA - caja de edificio o urbanización
		Direccion	Dirección de la caja de distribución
		clientes	Número de clientes conectados en la caja
red_acceso	polyline	NumCab	Número de la cabecera (Totoracocha = 1)
		NumDist	Número de distrito
		CodCaja	Codigo de la caja de distribución a la que está conectada
		LongCab	Longitud de tramos hasta usuarios

*Tabla 20 Atributos para las capas en GIS*

## 6. Capítulo 6 – Presupuesto

El presupuesto presentado a continuación está basado en precios de los materiales, costos de instalación y mano de obra previstos por etapa, los rubros no son autoimpuestos y corresponden a tablas de indicadores que posee Etapa EP. y que como apoyo para poder presupuestar el costo de implementar un distrito cubriendo el 100% de los clientes fue entregado por la empresa para el uso exclusivo en la tesis, y pudiendo utilizar tan solo los precios de los elementos y rubros que estén incluidos en el análisis del costo monetario de la red.

*Todos los precios de los productos rubros y mano de obra así como los costos parciales y totales están en Dólares Americanos.*

### 6.1. Costos de los materiales

En la tabla siguiente se puede apreciar el costo unitario de cada uno de los materiales que involucra el despliegue de la red.

ITEM	DESCRIPCION	U	P. UNIT.
<b>100</b>	<b>CABLES</b>		
101	Fibra óptica monomodo G.652D 144 hilos, tipo armada para montaje subterráneo	m.	4,50
102	Fibra óptica monomodo G.652D 48 hilos, tipo armada para montaje subterráneo	m.	1,81
103	Fibra óptica monomodo G.652D 24 hilos, tipo armada para montaje subterráneo	m.	1,16
104	Fibra óptica monomodo G.652D 12 hilos, ADSS para montaje aéreo	m.	1,23
105	Fibra óptica monomodo G.652D 4 hilos, ADSS para montaje aéreo	m.	0,70
106	Fibra óptica monomodo G.652A 2 hilos, tight buffer para acometida	m.	0,42
<b>200</b>	<b>CONECTORES</b>		
201	Pigtail G.652 SC/APC 1,5m.	u.	4,28
<b>300</b>	<b>BASTIDOR</b>		
301	Bastidor metálico para repartidor de fibra óptica en nodo	u.	960,00
302	Bloque de bandejas de 144 puertos FC/APC incluye pigtail y manguitos	u.	2150,00
<b>400</b>	<b>MANGAS</b>		
401	Manga de acceso en derivación DOMO, 1 entrada 6 salidas 144 hilos	u.	960,00
402	Manga de acceso en derivación DOMO, 1 entrada 6 salidas 48 hilos	u.	685,78
<b>500</b>	<b>CAJAS DE DISTRIBUCION</b>		
501	Caja de distribución GPON, 3 accesos principales, 16 secundarios, 2 SPL/1:8, montaje en poste o pared	u.	190,00

502	Splitter 1:8 para caja de distribución, con cordones de 0,9mX1,5m con terminaciones SC/APC	u.	176,53
503	Splitter 1:16 para caja de distribución, con cordones de 0,9mX1,5m con terminaciones SC/APC	u.	302,46
<b>600</b>	<b>ARMARIO DE DISTRIBUCION</b>		
601	Armario de distribución de fibra óptica para montaje en exterior capacidad para 24 hilos en alimentación y 120 hilos en distribución, espacio para colocación de 18 splitters	u.	4800,00
602	ODF 48 Puertos, conectores SC/APC para rack de 19"	u.	1026,28
603	ODF 12 Puertos, conectores SC/APC para rack de 19"	u.	494,38
604	Splitter 1:8 para armario, con cordones 2mmX2m y terminaciones SC/APC	u.	220,00
<b>700</b>	<b>CAJAS DE ACCESO</b>		
701	Caja de Acceso Óptica OAB, 1P conector SC/APC ONU, 2RJ11	u.	71,77
702	Caja de Acceso Óptica OAB, 1P conector SC/APC ONU, 2RJ11, Wi-Fi	u.	127,61
<b>800</b>	<b>HERRAJERIA</b>		
801	Soporte Gancho terminal	u.	2,12
802	Brida de suspensión para cable ADSS	u.	3,67
803	Gancho de retención y suspensión para cable de acometida óptico	u.	1,44
804	Banda de Fijación	u.	0,56
805	Preformado de retención para cable ADSS, incluye guardacabo	u.	5,50
806	Mordaza de retención para cable de acceso ADSS	u.	4,33
807	Grapa de suspensión con soporte de neopreno para cable ADSS	u.	15,22
808	Canaleta de hierro de 1,2m	u.	4,53
809	Cono de Hierro	u.	3,79
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	1,36
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	0,35
812	Banda de Fijación	u.	0,56
<b>900</b>	<b>VARIOS</b>		
901	Triducto de PVC de 40mm	m.	3,50
902	Cinta Aislante 88T	u.	2,25
903	Correa plástica ajustable de 15cm x 4mm (cod. 94)	u.	0,06
904	Correa plástica ajustable de 30cm x 4mm (cod. 93)	u.	0,06
905	Correa plástica ajustable de 15cm x 8mm	u.	0,10
906	Espiral plástico de 3/8 x 10m (cod. 111)	u.	2,62
907	Taco de expansión plástico #7 para correa ajustable (cod. 191)	u.	0,10

908	Bandeja para guiado de cordones ópticos de 100mm X 300mm (inc. Accesorios)	m.	570,00
909	Bandeja para guiado de cordones ópticos de 100mm X 200mm (inc. Accesorios)	m.	510,00
910	Elemento de sujeción para bandejas de guiado de cordones ópticos	u.	5,50
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	2,89
912	Taco fisher F8	u.	0,14
913	Tornillo autoroscante de 2"x8mm	u.	0,10
914	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 10m.	u.	8,29
915	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 15m.	u.	11,39
916	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 20m.	u.	27,04
917	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 40m.	u.	38,29
918	Perno de argolla con taco de expansión	u.	4,12

*Tabla 21 Costos de los materiales*



## 6.2. Costos por hora de los equipos de instalación y chequeo

Existen elementos necesarios para poder instalar y verificar la conexión que no son necesarios de adquirir por parte de la empresa y que solo se usaran en el despliegue de la red y posteriores mantenimientos por lo que se calcula su alquiler por horas.

ITEM	DESCRIPCION	Costo \$/Hora
EQ01	Herramienta menor	0,39
EQ02	Multímetro digital	0,20
EQ03	Equipo de certificación CAT6A/Fibra Óptica	7,05
EQ04	Equipo de computación + software	1,41
EQ05	Empalmadora de fusión de FO	8,85
<b>Equipos y Herramientas para Fibra Óptica</b>		
105001	Fusionadora de Fibra Óptica	14,81
105002	Equipos de seguridad personal	0,12
105003	Implementos de protección (Carpas, conos, etc.)	0,11
105004	Fuente emisora de potencia óptica (Optical Ligth Source)	0,78
105005	Medidor de potencia óptico (Optical Power Meter)	0,78
105006	Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)	1,74
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	0,83
105008	Empalmadora Mecánica de F. Optica	0,91
105009	Fusionadora para terminación de cable de acometida de fibra óptica	0,83
105010	Mini OTDR FTTx	2,14
<b>Equipo Menor para Construcción de Redes</b>		
101001	Herramienta Menor para Cablistas Red Subterránea	0,87
101002	Herramienta Menor para Cablistas Red Aérea	1,45
101003	Herramienta Menor para Empalmadores Red Subterránea	1,27
101004	Herramienta Menor para Empalmadores Red Aérea	1,74
101005	Herramienta Menor para Instaladores	0,25
101006	Equipos de comunicación (Radios portátiles)	0,13
101007	Equipo de protección personal	0,88
<b>Equipo Motorizado para Construcción de Redes</b>		
102001	Trayler / Portabobinas	1,07
102002	Huinchas cabrestante	3,98
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	3,5
102004	Camión pequeño mayor a 3500 cc.	4
102005	Bomba con diámetro de succión mayor a 2"	1,83
102006	Plataforma - Grua 3,5 Ton.	29,99
102007	Brazo hidráulico canasta sobre remolque	5,74
102008	Retroexcavadora	8
102009	Mixer	5,72

	Equipo Auxiliar	
104001	Máquina de Empalmar 3M	0,09
104002	Etiquetadora manual	0,2
104003	Computadora	1,5
104004	Útiles de Oficina	0,04
104005	Equipo Menor	0,2
104006	Amoladora para corte de pavimento	10
104007	Máquina Emplastadora	0,02
104008	Cámara fotográfica con GPS	0,1

Tabla 22 Costos por hora de los equipos de instalación y chequeo

### 6.3. Costo por hora de la mano de obra

Para la mano de obra se involucran diferentes tipos de perfiles en el personal y se tiene un promedio del costo por hora que representa contratar a determinado individuo.

CODIGO	CATEGORIAS OCUPACIONALES	CARGO	COSTO HORARIO
MO01	ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	Ayudante de electricista	2,98
MO02	ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	Electricista en general	3,02
MO03	ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	Maestro electrónico especializado	3,41
MO04	ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1	Residente de Obra	3,42
MO05		Ingeniero especializado Electrónico/TI	10,05
MO06	ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2	Técnico en albañilería	3,24
MO07	ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	Peón	3,04
401001	Estructura Ocupacional A1 - Técnicos en Telecomunicaciones	Director de Telecomunicaciones/Jefe de Área	3,15
402001	Estructura Ocupacional B3 - Técnicos en Telecomunicaciones	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	3,13
403001	Estructura Ocupacional C1 - Técnicos en Telecomunicaciones	Técnico Instalador de Servicios Agregados	3,13
403002	Estructura Ocupacional C1 - Técnicos en Telecomunicaciones	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	3,13
403003	Estructura Ocupacional C1 - Técnicos en Telecomunicaciones	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	3,13
404003	Estructura Ocupacional C2 - Técnicos en Telecomunicaciones	Técnico de Redes de Datos	3,12
405001	Estructura Ocupacional D2 - Técnicos en Telecomunicaciones	Técnico de Planta Externa/Cablista/Instalador	3,08
405002	Estructura Ocupacional D2 - Técnicos en Telecomunicaciones	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	3,08
405003	Estructura Ocupacional D2 - Técnicos en Telecomunicaciones	Asistente/Ayudante/Auxiliar/Instalador de Sistemas	3,08
406001	Estructura Ocupacional C3 - Choferes Profesionales	Chofer: Para camiones sin acoplados	4,22
407001	Estructura Ocupacional C3 - Construcción y Servicios Técnicos Arquitectónicos	Mecánico de Equipo Liviano	3,09
408001	Estructura Ocupacional C2 - Construcción y Servicios Técnicos Arquitectónicos	Dibujante	3,21
409001	Estructura Ocupacional C1 - Construcción y Servicios Técnicos Arquitectónicos	Operador Grúa Estacionaria	3,38

Tabla 23 Costo por hora de la mano de obra

#### 6.4. Presupuesto para materiales

El presupuesto para materiales se estableció en base a precios unitarios y materiales que se van a usar en la red, no solo fueron considerados los elementos ópticos, sino también los elementos que soportan la red en las cámaras, pozos y en el tendido aéreo.

Algunos materiales deben comprarse por kilómetros, sea este el caso de la fibra, o en grupos de una cantidad determinada de elementos, así que es necesario un redondeo en la cantidad a adquirir.

### MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PARCIAL DE MATERIALES	P.U.	PARCIAL MONETARIO	TOTAL DE MATERIALES	TOTAL MONETARIO
<b>100</b>	<b>SUMINISTRO DE FIBRA OPTICA</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>17.956,35</b>	<b>22.630,00</b>	
106	Fibra de acometida DROP tipo tigth Buffer de 2 hilos tipo G.657A	m.	8.621,00	0,42	3.620,82	12.000,00	5.040,00
103	Fibra óptica de 24 hilos G.652D, cable tipo loose tube chaqueta blindada.	m.	724,00	1,16	839,84	1.000,00	1.160,00
102	Fibra óptica de 48 hilos G.652D, cable tipo loose tube chaqueta blindada.	m.	320,00	1,81	579,20	1.000,00	1.810,00
101	Fibra óptica de 144 hilos G.652D, cable tipo loose tube chaqueta blindada.	m.	1.897,00	4,50	8.536,50	2.000,00	9.000,00
105	Fibra óptica de 4 hilos G.652D, cable tipo loose tube monotubo	m.	875,00	0,70	612,50	1.000,00	700,00
104	Fibra óptica de 12 hilos G.652D, cable tipo loose tube chaqueta ADSS	m.	3.063,00	1,23	3.767,49	4.000,00	4.920,00
<b>200</b>	<b>SUMINISTRO DE CONECTORES</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>6.395,40</b>	<b>6.412,50</b>	
201	Pigtail G.652 SC/APC 1,5m.	u.	1.496,00	4,28	6.395,40	1.500,00	6.412,50
<b>300</b>	<b>SUMINISTRO DE BASTIDOR</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>3.110,00</b>	<b>3.110,00</b>	
301	Bastidor metálico para repartidor de fibra óptica en nodo	u.	1,00	960,00	960,00	1,00	960,00
302	Bloque de bandejas de 144 puertos FC/APC incluye pigtail y manguitos	u.	1,00	2150,00	2.150,00	1,00	2.150,00
<b>400</b>	<b>SUMINISTRO DE MANGAS DE EMPALME</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>7.131,56</b>	<b>13.028,90</b>	
402	Manga de distribución para empalme de fibra óptica, 48 hilos, 6 accesos.	u.	2,00	685,78	1.371,56	5,00	3.428,90
401	Manga de alimentación para empalme de fibra óptica, 144 hilos, 6 accesos.	u.	6,00	960,00	5.760,00	10,00	9.600,00
<b>500</b>	<b>SUMINISTRO CAJA DE DISTRIBUCION</b>		<b>SUBTOTAL</b>		<b>23.878,68</b>	<b>23.878,68</b>	
501	Caja de distribución de fibra óptica 3 entradas principales, 16 salidas de acometida, capacidad para 2 splitters preconectorizados SC/APC para montaje en poste, mural o interior, incluye 1 splitter 1:8.	u.	49,00	190,00	9.310,00	49,00	9.310,00
503	Kit Splitter 1:16 preconectorizado SC/APC para ampliación de caja de distribución.	u.	47,00	302,46	14.215,62	47,00	14.215,62
502	Kit Splitter 1:8 preconectorizado SC/APC para ampliación de caja de distribución.	u.	2,00	176,53	353,06	2,00	353,06

600	SUMINISTRO DE DISTRIBUCION			SUBTOTAL		12.333,22	12.333,22
601	Armario de distribución de fibra óptica para montaje en exterior capacidad para 24 hilos en alimentación y 144 hilos en distribución.	u.	1,00	4800,00	4.800,00	1,00	4.800,00
604	Splitter 1:8; fibra óptica G.657A, cordón diámetro de 2mm, preconectorizado SC/APC para montaje en armario.	u.	18,00	220,00	3.960,00	18,00	3.960,00
605	ODF 48 Puertos, conectores SC/APC para rack de 19"	u.	3,00	1026,28	3.078,84	3,00	3.078,84
606	ODF 12 Puertos, conectores SC/APC para rack de 19"	u.	1,00	494,38	494,38	1,00	494,38
700	SUMINISTRO DE CAJAS DE ACCESO			SUBTOTAL		66.433,51	66.433,51
701	Caja de Acceso Óptica OAB, 1P conector SC/APC ONU, 2RJ11	u.	11,00	50,21	552,31	11,00	552,31
702	Caja de Acceso Óptica OAB, 1P conector SC/APC ONU, 2RJ11, Wi-Fi	u.	644,00	102,30	65.881,20	644,00	65.881,20
900	SUMINISTROS VARIOS			SUBTOTAL		23.136,64	23.388,62
901	Triducto de PVC de 40mm	m.	1.897,00	3,50	6.639,50	1.900,00	6.650,00
906	Espiral plástico de 3/8 x 10m (cod. 111)	u.	32,00	2,62	83,84	40,00	104,80
903	Correa plástica ajustable de 15cm x 4mm (cod. 94)	u.	330,00	0,06	19,80	400,00	24,00
904	Correa plástica ajustable de 30cm x 4mm (cod. 93)	u.	300,00	0,06	18,00	300,00	18,00
905	Correa plástica ajustable de 15cm x 8mm	u.	300,00	0,10	30,00	300,00	30,00
907	Taco de expansión plástico #7 para correa ajustable (cod. 191)	u.	930,00	0,10	93,00	930,00	93,00
908	Bandeja para guiado de cordones opticos de 100mm X 300mm (inc. Accesorios)	m.	10,00	570,00	5.700,00	10,00	5.700,00
909	Bandeja para guiado de cordones opticos de 100mm X 200mm (inc. Accesorios)	m.	15,00	510,00	7.650,00	15,00	7.650,00
910	Elemento de sujeción para bandejas de guiado de cordones ópticos	u.	10,00	5,50	55,00	10,00	55,00
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	870,00	2,89	2.514,30	870,00	2.514,30
912	Taco fisher F8	u.	2,00	0,14	0,29	2,00	0,29
913	Tornillo autoroscante de 2"x8mm	u.	2,00	0,10	0,19	2,00	0,19
914	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 10m.	u.	-	8,29	-	-	-
915	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 15m.	u.	-	11,39	-	-	-
916	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 20m.	u.	12,00	27,04	324,48	20,00	540,80
917	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 40m.	u.	-	38,29	-	-	-
918	Perno de argolla con taco de expansión	u.	2,00	4,12	8,24	2,00	8,24
	SUBTOTAL CON REDONDEO			160.375,36		SUBTOTAL	171.215,43

Tabla 24 Materiales

### 6.5. Presupuesto para rubros de suministro e instalación

Existen determinados rubros por los cuales la empresa contrata a tercero para cumplir con determinadas funciones, ya que no es necesario adquirir determinada maquinaria o mano de obra por largos periodos de tiempo y se requiere tan solo en el momento de instalación, el detalle de determinados rubros se presenta a continuación.

RUBROS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL MONETARIO
1000	VARIOS				
1001	Bastidor-repartidor para cabecera de fibra óptica.	u.	1,00	1187,25	1.187,25
1002	Bloque de bandejas de 144 hilos para repartidor	u.	1,00	2640,84	2.640,84
1003	Bandeja guía de 100mm x 150mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores (incluye accesorios para la ruta y gastadores de reserva).	m.	10,00	708,10	7.081,00
1004	Bandeja guía de 100mm x 100mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores (incluye accesorios para la ruta).	m.	15,00	635,54	9.533,10
1005	Patchcord 2mm de diámetro, 20m de longitud, con terminaciones preconectorizadas SC/APC.	u.	12,00	37,69	452,28
1006	Subida a poste o pared	u.	9,00	37,59	338,31
1007	Sujeción y etiquetado de cable óptico en cámara	u.	76,00	7,78	591,28
1008	Sujeción y etiquetado de cable óptico en pozo	u.	13,00	4,01	52,13
1009	Sujeción y etiquetado de reserva de cable óptico o caja en cámara	u.	76,00	8,52	647,52
1010	Herrajería para retención simple de cable óptico en poste - R (incluye etiquetado)	u.	18,00	16,99	305,82
1011	Herrajería para retención doble de cable óptico en poste - 2R (incluye etiquetado)	u.	170,00	26,29	4.469,30
1012	Herrajería de suspensión de cable óptico en poste - S (incluye etiquetado)	u.	188,00	26,27	4.938,76
1013	Herrajería para sujeción de caja de distribución en poste	u.	48,00	16,75	804,00
1014	Herrajería para sujeción de caja de distribución en pared	u.	1,00	16,45	16,45
1015	Tendido del cable de fibra para alimentación y distribución	m.	1.897,00	1,91	3.623,27
1016	Colocación del armario de distribución	m.	875,00	8,54	7.472,50
1017	Instalación de equipos en hogares	m.	655,00	4,09	2.678,95
SUBTOTAL					46.832,76

Tabla 25 Presupuesto para rubros de suministro e instalación

Cada uno de estos ítems posee una tabla más detallada en la cual se muestra cada uno de los rubros a tomar en cuenta:

## 6.5.1. BASTIDOR REPARTIDOR PARA CABECERA DE FIBRA ÓPTICA

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM** 1001  
**RUBRO:** Bastidor-repartidor para cabecera de fibra óptica.

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
101003	Herramienta Menor para Empalmadores Red Subterránea	1,00	1,27	1,27	1,91	2,43
SUBTOTAL M						2,43

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,60	1,88
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	1,20	3,76
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	1,20	3,70
SUBTOTAL N						9,33

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
SUBTOTAL O					

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	0,40	1,40
SUBTOTAL P					1,40
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,16
INDIRECTOS 22%					2,89
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,05
VALOR OFERTADO					16,05

FIRMA

Tabla 26 Bastidor repartidor para cabecera de fibra óptica

## 6.5.2. BLOQUE DE BANDEJAS DE 144 HILOS PARA REPARTIDOR

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM:** 1002  
**RUBRO:** Bloque de bandejas de 144 hilos para repartidor

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105002	Equipos de seguridad personal	1,00	0,12	0,12	1,50	0,18
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	0,75	0,62
SUBTOTAL M						0,80

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,60	1,88
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	1,50	4,70
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	1,50	4,62
SUBTOTAL N						11,19

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
302	Bloque de bandejas de 144 puertos FC/APC incluye pigtail y manguitos	u.	1,00	2150,00	2150,00
SUBTOTAL O					2150,00

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	3,50	3,50	0,75	2,63
SUBTOTAL P					2,63

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2164,62
INDIRECTOS 22%	476,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2640,84
VALOR OFERTADO	2640,84

FIRMA

Tabla 27 Bloque de bandejas de 144 hilos para repartidor

### 6.5.3. BANDEJA GUÍA DE 100MM X 150MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES (INCLUYE ACCESORIOS PARA LA RUTA Y GASTADORES DE RESERVA).

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 1003

**RUBRO:** Bandeja guía de 100mm x 150mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores (incluye accesorios para la ruta y gastadores de reserva).

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105002	Equipos de seguridad personal	1,00	0,12	0,12	0,50	0,06
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	0,50	0,42
SUBTOTAL M						0,48

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,20	0,63
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,50	1,57
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	0,50	1,54
SUBTOTAL N						3,73

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
908	Bandeja para guiado de cordones ópticos de 100mm X 300mm (inc. Accesorios)	m.	1,00	570,00	570,00
910	Elemento de sujeción para bandejas de guiado de cordones ópticos	u.	1,00	5,50	5,50
SUBTOTAL O					575,50

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	3,50	7,00	0,10	0,70
SUBTOTAL P					0,70

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	580,41
INDIRECTOS 22%	127,69
COSTO TOTAL DEL RUBRO	708,10
VALOR OFERTADO	708,10

FIRMA

Tabla 28 Bandeja guía de 100mm x 150mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores



## 6.5.4. BANDEJA GUÍA DE 100MM X 100MM PARA GUIADO DE CORDONES DE CONEXIÓN ÓPTICOS EN INTERIORES (INCLUYE ACCESORIOS PARA LA RUTA).

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 1004

**RUBRO:** Bandeja guía de 100mm x 100mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores (incluye accesorios para la ruta).

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105002	Equipos de seguridad personal	2,00	0,12	0,24	0,55	0,13
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	2,00	0,83	1,66	0,55	0,91
SUBTOTAL M						1,05

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,20	0,63
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,55	1,72
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	0,55	1,69
SUBTOTAL N						4,04

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
909	Bandeja para guiado de cordones ópticos de 100mm X 200mm (inc. Accesorios)	m.	1,00	510,00	510,00
910	Elemento de sujeción para bandejas de guiado de cordones ópticos	u.	1,00	5,50	5,50
SUBTOTAL O					515,50

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	0,10	0,35
SUBTOTAL P					0,35

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	520,94
INDIRECTOS	114,61
COSTO TOTAL DEL RUBRO	635,54
VALOR OFERTADO	635,54

FIRMA

Tabla 29 Bandeja guía de 100mm x 100mm para guiado de cordones de conexión ópticos en interiores

### 6.5.5. PATCHCORD 2MM DE DIÁMETRO, 20M DE LONGITUD, CON TERMINACIONES PRECONECTORIZADAS SC/APC.

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM** 1005

**HOJA:**  
**FECHA:**

**RUBRO:** Patchcord 2mm de diámetro, 20m de longitud, con terminaciones preconectorizadas SC/APC.

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105002	Equipos de seguridad personal	2,00	0,12	0,24	0,40	0,10
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	2,00	0,83	1,66	0,40	0,66
SUBTOTAL M						0,76

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,10	0,31
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,40	1,25
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	0,40	1,23
SUBTOTAL N						2,80

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
916	Cordones de conexión (Patch Cord) G.657A SC/APC-SC/APC 20m.	u.	1,00	27,04	27,04
906	Espiral plástico de 3/8 x 10m (cod. 111)	u.	0,10	2,62	0,26
SUBTOTAL O					27,30

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	3,50	3,50	0,01	0,04
SUBTOTAL P					0,04

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	30,89
INDIRECTOS 22%	6,80
COSTO TOTAL DEL RUBRO	37,69
VALOR OFERTADO	37,69

FIRMA

Tabla 30 Patchcord 2mm de diámetro, 20m de longitud, con terminaciones preconectorizadas sc/apc



## 6.5.6. SUBIDA A POSTE O PARED

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM** 1006  
**RUBRO:** Subida a poste o pared

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
101002	Herramienta Menor para Cablistas Red Aérea	1,00	1,45	1,45	0,73	1,06
SUBTOTAL M						1,06

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,40	1,25
405001	Técnico de Planta Externa/Cablista/Instalador	1,00	3,08	3,08	0,80	2,46
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	0,80	2,46
SUBTOTAL N						6,18

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
808	Canaleta de hierro de 1,2m	u.	2,0	4,53	9,06
809	Cono de Hierro	u.	1,0	3,79	3,79
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	5,0	1,36	6,80
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	5,0	0,35	1,75
812	Banda de Fijación	u.	2,0	0,56	1,12
SUBTOTAL O					22,52

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	0,30	1,05
SUBTOTAL P					1,05

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	30,81
INDIRECTOS 22%	6,78
COSTO TOTAL DEL RUBRO	37,59
VALOR OFERTADO	37,59

FIRMA

Tabla 31 Subida a poste o pared

## 6.5.7. SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN CÁMARA

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM** 1007  
**RUBRO:** Sujeción y etiquetado de cable óptico en cámara  
 La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
905	Correa plástica ajustable de 15cm x 8mm	u.	3,00	0,10	0,30
907	Taco de expansión plástico #7 para correa ajustable (cod. 191)	u.	3,00	0,10	0,30
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	2,00	2,89	5,78
SUBTOTAL O					6,38

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,38
INDIRECTOS 22%					1,40
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,78
VALOR OFERTADO					7,78

FIRMA

Tabla 32 Sujeción y etiquetado de cable óptico en cámara

## 6.5.8. SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE CABLE ÓPTICO EN POZO

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM:** 1008  
**RUBRO:** Sujeción y etiquetado de cable óptico en pozo  
 La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
905	Correa plástica ajustable de 15cm x 8mm	u.	2,00	0,10	0,20
907	Taco de expansión plástico #7 para correa ajustable (cod. 191)	u.	2,00	0,10	0,20
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1,00	2,89	2,89
SUBTOTAL O					3,29

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,29
INDIRECTOS 22%					0,72
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,01
VALOR OFERTADO					4,01

FIRMA

Tabla 33 Sujeción y etiquetado de cable óptico en pozo

## 6.5.9. SUJECCIÓN Y ETIQUETADO DE RESERVA DE CABLE ÓPTICO O CAJA EN CÁMARA

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM:** 1009  
**RUBRO:** Sujeción y etiquetado de reserva de cable óptico o caja en cámara  
 La mano de obra se incluye en el tendido del cable  
**EQUIPOS:**

**HOJA:**  
**FECHA:**  
**UNIDAD:** u.

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
905	Correa plástica ajustable de 15cm x 8mm	u.	6,00	0,10	0,60
907	Taco de expansión plástico #7 para correa ajustable (cod. 191)	u.	6,00	0,10	0,60
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	2,00	2,89	5,78
SUBTOTAL O					6,98

### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,98
INDIRECTOS 22%	1,54
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,52
VALOR OFERTADO	8,52

FIRMA

Tabla 34 Sujeción y etiquetado de reserva de cable óptico o caja en cámara

## 6.5.10. HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN SIMPLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM:** 1010

**RUBRO:** Herrajería para retención simple de cable óptico en poste - R (incluye etiquetado)

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
801	Soporte Gancho terminal	u.	1,00	2,12	2,12
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	2,00	1,36	2,72
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	2,00	0,35	0,70
805	Preformado de retención para cable ADSS, incluye guardacabo	u.	1,00	5,50	5,50
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1,00	2,89	2,89
SUBTOTAL O					13,93

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,93
INDIRECTOS	22% 3,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,99
VALOR OFERTADO	16,99

FIRMA

Tabla 35 Herrajería para retención simple de cable óptico en poste

## 6.5.11. HERRAJERÍA PARA RETENCIÓN DOBLE DE CABLE ÓPTICO EN POSTE

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM:** 1011

**RUBRO:** Herrajería para retención doble de cable óptico en poste - 2R (incluye etiquetado)

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
801	Soporte Gancho terminal	u.	2,00	2,12	4,24
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	2,00	1,36	2,72
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	2,00	0,35	0,70
805	Preformado de retención para cable ADSS, incluye guardacabo	u.	2	5,50	11,00
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1	2,89	2,89
SUBTOTAL O					21,55

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,55
INDIRECTOS					4,74
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,29
VALOR OFERTADO					26,29

FIRMA

Tabla 36 Herrajería para retención doble de cable óptico en poste



## 6.5.12. HERRAJERÍA DE SUSPENSIÓN DE CABLE ÓPTICO EN POSTE

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM:** 1012

**RUBRO:** Herrajería de suspensión de cable óptico en poste - S (incluye etiquetado)

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
807	Grapa de suspensión con soporte de neopreno para cable ADSS	u.	1,00	15,22	15,22
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	2,00	1,36	2,72
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	2,00	0,35	0,70
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1	2,89	2,89
SUBTOTAL O					21,53

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,53
INDIRECTOS					4,74
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,27
VALOR OFERTADO					26,27

FIRMA

Tabla 37 Herrajería de suspensión de cable óptico en poste

### 6.5.13. HERRAJERÍA PARA SUJECCIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM:** 1013

**RUBRO:** Herrajería para sujeción de caja de distribución en poste

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
810	Cinta de acero de 1/2"	u.	4,00	1,36	5,44
811	Hebillas para cinta de acero 1/2"	u.	4,00	0,35	1,40
803	Gancho de retención y suspensión para cable de acometida óptico	u.	2,00	1,44	2,88
812	Banda de Fijación	u.	2	0,56	1,12
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1	2,89	2,89
SUBTOTAL O					13,73

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,73
INDIRECTOS 22%	3,02
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,75
VALOR OFERTADO	16,75

FIRMA

Tabla 38 Herrajería para sujeción de caja de distribución en poste

## 6.5.14. HERRAJERÍA PARA SUJECCIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN PARED

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM:** 1014

**RUBRO:** Herrajería para sujeción de caja de distribución en pared

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M						

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N						

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
912	Taco fisher F8	u.	6,0	0,14	0,86
913	Tornillo autoroscante de 2"x8mm	u.	4,0	0,10	0,38
918	Perno de argolla con taco de expansión	u.	2,0	4,12	8,24
812	Banda de Fijación	u.	2,0	0,56	1,12
911	Etiquetado de elemento de Red	u.	1,0	2,89	2,89
SUBTOTAL O					13,49

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,49
INDIRECTOS					2,97
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,45
VALOR OFERTADO					16,45

FIRMA

*Tabla Herrajería para sujeción de caja de distribución en pared*

## 6.5.15. TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA PARA ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 1015

**RUBRO:** Tendido del cable de fibra para alimentación y distribución

La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105003	Implementos de protección (Carpas, conos, etc.)	1,00	0,11	0,11	0,10	0,01
101001	Herramienta Menor para Cablistas Red Subterránea	1,00	0,87	0,87	0,10	0,09
101003	Herramienta Menor para Empalmadores Red Subterránea	1,00	1,27	1,27	0,10	0,13
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	3,50	0,05	0,18
104008	Cámara fotográfica con GPS	1,00	0,10	0,10	0,05	0,01
SUBTOTAL M						0,41

#### MANO DE OBRA

MANO DE OBRA						
Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
mo05	Ingeniero especializado Electrónico/TI	1,00	10,05	10,05	0,10	1,00
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,10	0,16
		1,00			0,05	
		1,00			0,05	
		1,00			0,05	
SUBTOTAL N						1.16

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
SUBTOTAL O					

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,57
INDIRECTOS 22%	0,34
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,91
VALOR OFERTADO	1,91

FIRMA

Tabla 39 Tendido del cable de fibra para alimentación y distribución

## 6.5.16. COLOCACIÓN DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP  
**ITEM:** 1015

**HOJA:**

**RUBRO:** Colocación del armario de distribución  
La mano de obra se incluye en el tendido del cable

**FECHA:**

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105003	Implementos de protección (Carpas, conos, etc.)	1,00	0,11	0,11	0,10	0,01
101001	Herramienta Menor para Cablistas Red Subterránea	1,00	0,87	0,87	0,10	0,09
101003	Herramienta Menor para Empalmadores Red Subterránea	1,00	1,27	1,27	0,10	0,13
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	0,05	0,04
104008	Cámara fotográfica con GPS	1,00	0,10	0,10	0,05	0,01
105008	Empalmadora Mecánica de F. Óptica		0,91	0,00		0,00
SUBTOTAL M						0,27

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,10	0,31
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,10	0,31
405003	Asistente/Ayudante/Auxiliar/Instalador de Sistemas	1,00	3,08	3,08	0,05	0,15
		1,00			0,05	
SUBTOTAL N						0,78

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
901	Triducto de PVC de 40mm	m.	1,0	3,50	3,50
906	Espiral plástico de 3/8 x 10m (cod. 111)	u.		2,62	
911	Etiquetado de elemento de Red	u.		2,89	
SUBTOTAL O					3,50

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.		1,00	3,50	3,50
102004	Camión pequeño mayor a 3500 cc.		1,00	4,00	4,00
SUBTOTAL P					2,45
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,00
INDIRECTOS 22%					1,54
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,54
VALOR OFERTADO					8,54

FIRMA

Tabla 40 Colocación del armario de distribución

## 6.5.17. INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN HOGARES

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 1015

**RUBRO:** Instalación de equipos en hogares

Este rubro no incluye el equipo de acceso

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** m.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
EQ03	Equipo de certificación CAT6A/Fibra Óptica	1,00	7,05	7,05	0,05	0,35
EQ05	Empalmadora de fusión de FO	1,00	8,85	8,85	0,05	0,44
105001	Fusionadora de Fibra Óptica	1,00	14,81	14,81	0,05	0,74
105002	Equipos de seguridad personal	1,00	0,12	0,12	0,05	0,01
104008	Cámara fotográfica con GPS	1,00	0,10	0,10	0,05	0,01
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	0,05	0,04
105008	Empalmadora Mecánica de F. Óptica	1,00	0,91	0,91	0,10	0,09
SUBTOTAL M						1,68

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	0,10	0,31
405003	Asistente/Ayudante/Auxiliar/Instalador de Sistemas	1,00 1,00 1,00	3,08	3,08	0,10	0,31
SUBTOTAL N						0,62

#### MATERIALES:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo
SUBTOTAL O					

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	0,30	1,05
SUBTOTAL P					1,05
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,35
INDIRECTOS 22%					0,74
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,09
VALOR OFERTADO					4,09

firma

Tabla 41 Instalación de equipos en hogares

## 6.6. Presupuestos para rubros de mano de obra

La mano de obra que la empresa necesitara contratar como un respaldo para para las diferentes etapas ya sea para instalación de equipamientos o construcción de canalizaciones.

ITEM	SUBTOTAL	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL MONETARIO
<b>2000</b>	<b>INSTALACIÓN DE FIBRA OPTICA</b>				<b>8.945,98</b>
2001	Tendido de fibra óptica subterránea de 24hilos	m.	724,00	0,59	427,16
2002	Tendido de fibra óptica subterránea de 48hilos	m.	320,00	0,82	262,40
2003	Tendido de fibra óptica subterránea de 144hilos	m.	1.897,00	0,99	1.878,03
2004	Tendido de fibra óptica aérea de 4hilos. ADSS	m.	875,00	0,39	341,25
2005	Tendido de fibra óptica aérea de 12hilos. ADSS	m.	3.063,00	0,62	1.899,06
2006	Tendido de fibra óptica acometida (2 hilos)	m.	8.621,00	0,48	4.138,08
<b>3000</b>	<b>MONTAJE DE ELEMENTOS DE RED</b>				<b>1.861,86</b>
3001	Montaje de armario de distribución de fibra óptica en exteriores	u.	1,00	27,10	27,10
3002	Montaje y armado de bandeja de 12 hilos en repartidor o armario (incluye empalmes de fusión )	u.	3,00	52,80	158,40
3003	Montaje y armado de caja de distribución óptica terminal con empalme de fusión de 1 hilo	u.	46,00	30,70	1.412,20
3004	Montaje y armado de caja de distribución óptica de paso con sangrado y empalme 1 hilo	u.	3,00	32,42	97,26
3005	Montaje de Splitter en manga o caja de acceso (Incluye fusión de hilo)	u.	2,00	20,56	41,12
3006	Montaje de manga o caja de acceso de fibra óptica aérea, mural o subterránea 48 hilos (incluye preparación de hilos)	u.	2,00	62,89	125,78
<b>4000</b>	<b>EMPALMES</b>				<b>13.773,97</b>
4001	Empalme de fusión de fibra óptica aérea 1 hilo	u.	655,00	17,15	11.233,25
4002	Empalme de fusión de fibra óptica aérea de 2 hilos	u.	49,00	27,10	1.327,90
4003	Empalme de fusión de fibra óptica aérea de 4 hilos	u.	7,00	43,44	304,08
4004	Empalme de fusión de fibra óptica aérea de 12 hilos	u.	2,00	89,27	178,54
4005	Empalme de fusión de fibra óptica aérea de 24 hilos	u.	6,00	121,70	730,20
<b>5000</b>	<b>PRUEBAS DE RECEPCIÓN</b>				<b>7.598,00</b>
5001	Pruebas de reflectometría por hilo y longitud de onda	u.	655,00	2,14	1.401,70
5002	Prueba de recepción de cable de fibra óptica por hilo (incluye empalme de fusión)	u.	655,00	7,63	4.997,65
5003	Medición y registro de atenuación por hilo	u.	655,00	1,83	1.198,65

6000	VARIOS				15.309,22
6001	Etiquetado de elemento de Red	u.	781,00	2,89	2.257,09
6002	Tendido de poliducto PVC (triducto)	m.	1.897,00	1,02	1.934,94
6003	Colocación de acoples y tapones en poliducto	u.	1.897,00	5,27	9.997,19
6004	Construcción de canalización de 2 vías	m.		35,00	-
6005	Construcción de canalización de 4 vías	m.	21,00	50,00	1.050,00
6006	Construcción de cámara de telecomunicaciones	u.		1000,00	-
6007	Construcción de pozo de telecomunicaciones 90x90x90cm	u.		150,00	-
6008	Construcción de pozo de salida a poste	u.	1,00	70,00	70,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>86.032,08</b>

*Tabla 42 Presupuestos para rubros de mano de obra*

Para el montaje y armado de caja de distribución óptica terminal con empalme de fusión de 1 hilo y el montaje y armado de caja de distribución óptica de paso con sangrado y empalme 1 hilo se tiene presupuestado el pago de una instalación externa.



## 6.6.1. MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA TERMINAL CON EMPALME DE FUSIÓN DE 1 HILO

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 3003

**RUBRO:** Montaje y armado de caja de distribución óptica terminal con empalme de fusión de 1 hilo

**EQUIPOS:**

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105001	Fusionadora de Fibra Óptica	1,00	14,81	14,81	1,00	14,81
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	1,00	0,83
SUBTOTAL M						15,64

### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,50	1,57
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	1,00	3,13
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	1,00	3,08
SUBTOTAL N						7,78

### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	0,50	1,75
SUBTOTAL P					1,75
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					25,17
INDIRECTOS 22%					5,54
COSTO TOTAL DEL RUBRO					30,70
VALOR OFERTADO					30,70

Tabla 43 Montaje y armado de caja de distribución óptica terminal con empalme de fusión de 1 hilo.

## 6.6.2. MONTAJE Y ARMADO DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PASO CON SANGRADO Y EMPALME 1 HILO

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**OBRA:** Diseño de una red FTTx para ETAPA EP

**ITEM** 3004

**RUBRO:** Montaje y armado de caja de distribución óptica de paso con sangrado y empalme 1 hilo

**HOJA:**

**FECHA:**

**UNIDAD:** u.

#### EQUIPOS:

Código	Descripción	Cantidad	tarifa	Costo/hora	Rendimiento	Costo
105001	Fusionadora de Fibra Óptica	1,00	14,81	14,81	1,00	14,81
105007	Caja de herramientas para trabajos en Fibra Óptica.	1,00	0,83	0,83	1,20	1,00
102003	Vehículo liviano hasta 2500 cc.	1,00	3,50	3,50	0,50	1,75
SUBTOTAL M						17,56

#### MANO DE OBRA

Código	Descripción	Cant.	Jornal/hora	Costo/hora	Rendimiento	Costo
402001	Supervisor de Planta Externa/Seguridad Electrónica/Cableado Estructurado	1,00	3,13	3,13	0,50	1,57
403002	Técnico de Fibra Óptica/Cobre/Empalmador	1,00	3,13	3,13	1,20	3,76
405002	Asistente/Ayudante/Instalador Auxiliar de Telecomunicaciones	1,00	3,08	3,08	1,20	3,70
SUBTOTAL N						9,02

#### TRANSPORTE:

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					26,57
INDIRECTOS 22%					5,85
COSTO TOTAL DEL RUBRO					32,42
VALOR OFERTADO					32,42

Tabla 44 Montaje y armado de caja de distribución óptica de paso con sangrado y empalme 1 hilo

## 6.7. Resumen del presupuesto e instalación

Tras haber realizado el planteamiento, levantamiento de información, búsqueda de materiales, diseño de red y los análisis individuales de las etapas, se pudo dar una conclusión de los gastos generados por la instalación, la capacidad que se instaló en la red y los elementos físicos relevantes que no fueron nombrados dentro del presupuesto, pero que son parte de la red antigua y pasan a formar parte de la nueva red tendida en uno de los distritos de la cabecera Totoracocha.

### 6.7.1. PRESUPUESTO TOTAL PARA EL DESPLIEGUE DE LA RED EN UN DISTRITO LA CABECERA TOTORACOA

MATERIALES	171.215,43
RUBROS DE SUMINISTRO DE INSTALACIÓN	45.663,05
MANO DE OBRA	86.032,08
<b>TOTAL DE IMPLEMENTACION DE LA RED GPON EN UN DISTRITO</b>	<b>302.910,56</b>

*Tabla 45 Presupuesto total de la red para un distrito*

### 6.7.2. ELEMENTOS RELEVANTES EN LA RED

Estos elementos relevantes de la red son aquellos que se usaron para poder hacer los cálculos de precios, cableado subterráneo y aéreo así como los costos de implementación pero que ya existían por lo que no es necesario su construcción por lo que no se los incluyo en el presupuesto.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
POZOS	13	u.
CÁMARAS	76	u.
SALIDAS A POSTE	9	u.
POSTES	188	u.

*Tabla 46 Elementos relevantes de la red*

### 6.7.3. LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA RED

Ya que solo se instaló uno de los distritos en la red la capacidad instalada es tan solo del mencionado distrito.

PROYECTO DESCRIPCION	CAP. RED ALIMENTACIÓN (Hilos)	NUM. DISTRITOS	NUM. CAJAS	PUERTOS ACTIVOS
DISTRITO GPON TOTORACOA	24	1	49	768

*Tabla 47 Capacidad total Instalada en el distrito*

## RECOMENDACIONES

Para el levantamiento de la zona de dispersión, no es necesario tener conocimientos en el área de telecomunicaciones o diseño de redes, por lo cual puede ser realizado incluso por jóvenes pasantes o practicantes de instituciones educativas de nivel medio, debido que la información que se debe recolectar por predio corresponde más al uso que se le da al inmueble y la cantidad de medidores de luz existentes en cada predio, de esta manera el levantamiento de información se puede realizar en menor tiempo.

Un punto importante podría ser que las empresas públicas actualicen sus bases de datos, y cierta información que posean sea compartida entre las mismas, como claves catastrales, división predial así como los dueños de cada predio, esto ayudaría a mejorar el conocimiento que se tiene de la zona y así que no sea necesario recurrir físicamente a un lugar a menos que sea por alguna cuestión técnica de reparación.

Antes de realizar un diseño de red, se debe tener muy claro las herramientas o software a ser utilizado para este procedimiento, es recomendable que todos dentro de la institución trabajen sobre la misma plataforma y si es necesario migrar la información, se haga, con esto todos los encargados de diseños de redes, o personas que requieran algún tipo de información puedan acceder a la misma y ésta esté disponible en un formato común para todos.

Las redes de fibra óptica y de cobre son muy diferentes, no solo en cuanto a materiales, ya que los mismos influyen mucho en el diseño, se dan varios cambios respecto distritos y el mismo recorrido de la red primaria y secundaria, debido que las capacidades de armarios, así como de hilos de fibra no son similares, pero vale aprovechar la red de cobre tendida actualmente y utilizarla como guía para el cableado de fibra, así, muy pocos serán los casos donde se deba tender cable de fibra que no sea paralelo a la red de cobre, ya que inicialmente la fibra servirá solo para servicios de banda ancha y los usuarios telefónicos tendrán que usar la red de cobre hasta que ésta deje de funcionar.

La red de alimentación debe utilizar de preferencia la canalización (subterránea), debido que los cables de fibra son de grandes capacidades y de esta forma se brinda mayor seguridad y protección para la red (no someterla a movimientos bruscos, robos, etc.)

El sangrado de cables de alimentación o distribución (mangas) es mejor colocarlos en cámaras, que son espacios a manera de pequeños cuartos subterráneos que sirven para cualquier tipo de conexión que se requiera, además con esto es más fácil salir hacia los postes si se requiere tender red aérea.

## CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto se concluye que:

Al realizar el levantamiento de la zona de dispersión, se pueden encontrar varios inconvenientes donde dificulta la adquisición de información como las urbanizaciones privadas, construcciones donde existen plantas que cubren la caja de medidores, otras en cambio que no poseen número de casa o el mismo ya está muy desgastado y no es posible obtenerlo, pero estos casos son escasos, por lo que es de gran importancia tener un conocimiento real sobre el estado de la zona donde se va a realizar los diseños.

Los distritos no son exactamente iguales entre ellos, varían no solo en área sino también en cuanto a densidad de usuarios, debido que para este caso particular se intenta mantener la mayor parte de manzanas completas dentro de un distrito, pero esto no quiere decir que se tengan casos donde una manzana se encuentre formando parte de dos distritos diferentes.

Fue de gran ayuda para la empresa el análisis y proyección de la demanda ya que se consideraron varios aspectos que no solamente se basan en el crecimiento poblacional según tablas del INEC, también se utilizaron otros factores como crecimiento vertical específicamente en la cabecera Totoracocha, utilizando información que posee Control Urbano de la Municipalidad de Cuenca. La proyección llega a ser un análisis más real acorde al sector donde se va a realizar el proyecto.

Las recomendaciones ITU son de gran ayuda para realizar los diseños de red, pero en algunos casos por cuestiones económicas, se debe rebasar un poco los límites permitidos de ésta entidad, siempre y cuando no afecte la calidad de servicio que se debe prestar a los usuarios, así como la robustez que tiene la red.

El presupuesto total de la red puede basarse en el costo referencial por distrito, donde se debe considerar todos los materiales que se requieren, así como de las personas que van colocarlos y herramientas extras que ellos requieran para éste trabajo. El valor obtenido es una aproximación al costo que tendría la implementación en cada distrito.

No siempre las redes son ideales o como nos plantea la teoría, por lo cual, es importante buscar los proveedores de elementos de red, porque si se requiere alguna característica física en algún elemento de red (agregar o quitar algo), el proveedor o fabricante pueda hacerlo y entregar un producto que este más afín a donde se lo requiere colocar.



Muchos de los fabricantes no publican abiertamente los datos técnicos de sus equipos por lo cual es bastante complicado hallar información, especialmente cuando se trata de equipos de bastidor o armarios, esto genera dificultades a la hora de hacer el planteamiento teórico de la red ya que no se puede dar tantas especificaciones como se deseara.

Una de las partes más complicadas al momento de realizar el proyecto de tesis es que sin importar todo sustento teórico que se tenga sobre la transmisión por fibra óptica, la realidad es que, físicamente se desconoce la estructura de los elementos como mangas o cajas de distribución, entre otros, por lo que se hace un poco complicado el hacerse a la idea de cómo utilizar los elementos reales para armar la red y establecer la propuesta económica.

Un presupuesto conlleva mucho más que los aspectos técnicos y teóricos para desplegar una red, está básicamente sustentado en la idea de la sostenibilidad del proyecto por lo cual el diseño es el que se tiene que acoplar a la parte económica, sobrepasando muchas veces las recomendaciones técnicas para poder solventar la parte económica.

El cálculo de la demanda es un asunto sensible ya que si bien podría estimarse de la mejor manera tomando la mayor cantidad de variables y proyectando la misma con los métodos más sofisticados, ninguno de estos cálculos es válido cuando entra en juego un aspecto tal como la aceptación de la población al cambio, porque esto puede generar un rechazo total por parte del cliente o en su defecto una sobre demanda, por lo cual teniendo en cuenta esto se debe proponer una red que pueda avanzar por etapas para que sea sostenible y que tenga reserva suficientes como para poder crecer rápidamente si así fuese necesario.

La red puede justificar su costo de implementación y recambio tecnológico ya que esta al no consumir más que la energía del emisor de luz, en un futuro solo por la rebaja sustancial en planillas eléctricas para la empresa devengara su costo inicial de despliegue en un gran porcentaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- Canovate. (18 de 6 de 2015). *Canovate*. Obtenido de [www.canovate.com](http://www.canovate.com):  
<http://www.canovate.com/fiber-optic/connectors/>
- CANOVATE group. (24 de 6 de 2015). *Canovate*. Obtenido de [www.canovate.com](http://www.canovate.com):  
<http://www.canovate.com/wp-content/uploads/files/fiberoptic/Troy%20ODF%20System.pdf>
- CANOVATE group. (27 de 6 de 2015). *Canovate*. Obtenido de [www.canovate.com](http://www.canovate.com):  
<http://www.canovate.com/wp-content/uploads/files/fiberoptic/Troy%20Module.pdf>
- Castelli, M., Fosatti, J., Camacho, M., & Chakelson, C. (2009). *Memorias de trabajos de difusión científica y técnica, num7*.
- Ciemtelcom. (14 de 6 de 2015). *Ciemtelcom*. Obtenido de [www.ciemtelcom.com](http://www.ciemtelcom.com):  
<http://www.ciemtelcom.com/accesorios.html>
- Comunitelsa. (7 de 6 de 2015). *Comunitelsa*. Obtenido de [www.comunitelsa.com.ar](http://www.comunitelsa.com.ar):  
[http://www.comunitelsa.com.ar/admin\\_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP\\_TIGHT\\_BUFFER\\_FIG.\\_8\[2\]\[1\].pdf](http://www.comunitelsa.com.ar/admin_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP_TIGHT_BUFFER_FIG._8[2][1].pdf)
- Comunitelsa. (7 de 6 de 2016). *Comunitelsa*. Obtenido de [www.comunitelsa.com.ar](http://www.comunitelsa.com.ar):  
[http://www.comunitelsa.com.ar/admin\\_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP\\_TIGHT\\_BUFFER\\_FIG.\\_8\[2\]\[1\].pdf](http://www.comunitelsa.com.ar/admin_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP_TIGHT_BUFFER_FIG._8[2][1].pdf)
- Corning. (27 de 6 de 2015). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):  
[http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource\\_Documents/product\\_family\\_specifications\\_r/OptiText\\_Indoor\\_Local\\_Convergence\\_Cabinet\\_Gen\\_III\\_Series\\_NAFTA\\_AEN.pdf](http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource_Documents/product_family_specifications_r/OptiText_Indoor_Local_Convergence_Cabinet_Gen_III_Series_NAFTA_AEN.pdf)
- Corning. (27 de 6 de 2015). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):  
[http://catalog.corning.com/opcomm/en-US/catalog/ProductDetails.aspx?cid=Local\\_Convergence\\_Point\\_LCP\\_web&pid=24133&vid=111741&rot=&context=;CCS\\_Global\\_Web\\_Catalog;fiber\\_optic\\_hardware\\_web;](http://catalog.corning.com/opcomm/en-US/catalog/ProductDetails.aspx?cid=Local_Convergence_Point_LCP_web&pid=24133&vid=111741&rot=&context=;CCS_Global_Web_Catalog;fiber_optic_hardware_web;)
- Corning. (15 de 6 de 2015). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):  
[http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource\\_Documents/product\\_family\\_specifications\\_r/OptiText\\_Indoor\\_Local\\_Convergence\\_Cabinet\\_Gen\\_III\\_Series\\_NAFTA\\_AEN.pdf](http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource_Documents/product_family_specifications_r/OptiText_Indoor_Local_Convergence_Cabinet_Gen_III_Series_NAFTA_AEN.pdf)
- Corning. (12 de 6 de 2015). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):  
[http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource\\_Documents/product\\_family\\_specifications\\_r/OptiText\\_Indoor\\_Local\\_Convergence\\_Cabinet\\_Gen\\_III\\_Series\\_NAFTA\\_AEN.pdf](http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource_Documents/product_family_specifications_r/OptiText_Indoor_Local_Convergence_Cabinet_Gen_III_Series_NAFTA_AEN.pdf)



Corning. (18 de 6 de 2015). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):

<http://catalog.corning.com/opcomm/en-US/catalog/ProductDetails.aspx?cid=&pid=111680&vid=18483>

Corning. (s.f.). *Corning*. Obtenido de [www.corning.com](http://www.corning.com):

[http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource\\_Documents/product\\_family\\_specification\\_s\\_rl/optisheath\\_mf12\\_multiport\\_terminals\\_NAFTA\\_AEN.pdf](http://csmedia.corning.com/opcomm/Resource_Documents/product_family_specification_s_rl/optisheath_mf12_multiport_terminals_NAFTA_AEN.pdf)

EP, E. (25 de 03 de 2015). *Etapla EP*. Obtenido de <http://www.etapa.net.ec/>

Fibrefab. (27 de 6 de 2015). *Fibrefab*. Obtenido de <http://www.fibrefab.com/>:

<http://www.fibrefab.com/ecats/ff-data-sp/pubData/source/FF-DATA-ESP-2%20-%20Ver1.4%20-%20WEB.pdf>

Furukawa. (27 de 6 de 2015). *Furukawa*. Obtenido de <http://www.furukawa.com>:

<http://www.furukawa.com.br/ar/productos/caixa-de-emenda/caja-de-terminacion-optica-fk-cto-16mc-826.html>

ITU-T Recommendation G.984.1. (29 March 2008). *Gigabit-capable passive optica networks (GPON): General characteristics*.

ITU-T Recommendation G.983.2. (14 July 2005). *ONT management and control interfaces specification for B-PON*.

ITU-T Recommendation G.984.2. (16 March 2003). *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification*.

ITU-T Recommendation G.984.3. (22 February 2004 (edition 1.0), 13 January 2014 (edition 3.0)). *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification*.

ITU-T Recommendation G.984.5. (14 May 2014 (edition 2.0)). *Gigabit-capable passive optical networks (GPON): Enhancement band*.

ITU-T Recommendations G.982. (8th of November 1996). *Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates*.

ITU-T Recommendations G.983.1. (27 May 2005). *Amendment 1: PICS for OLT and ONU*.

Lamudi. (26 de 11 de 2014). *Lamudi*. Obtenido de <http://www.lamudi.com.mx/journal/ciudades-verticales-para-el-crecimiento-urbano-sustentable/>

Marchukov, Y. (2011). *Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH*. Gandía.

Morillo, U. d.-V. (7 de 11 de 2014). *Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)*. Obtenido de [/www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec):





[http://www.inec.gob.ec/tabulados\\_CPV/28\\_Promedio%20de%20Personas%20por%20Hogar.xls](http://www.inec.gob.ec/tabulados_CPV/28_Promedio%20de%20Personas%20por%20Hogar.xls)

Tecnoredsa. (2 de 6 de 2015). *Tecnoredsa*. Obtenido de [www.tecnoredsa.com.ar](http://www.tecnoredsa.com.ar):

[http://www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/GPON\\_FRKW.pdf](http://www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/GPON_FRKW.pdf)

Villacís, D. G. (26 de noviembre de 2014). <http://www.inec.gob.ec/>. Obtenido de [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec):

[http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=360%3Aen-el-ecuador-hay-1229089-adultos-mayores-28-se-siente-desamparado&catid=68%3Aboletines&Itemid=51&lang=es](http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=360%3Aen-el-ecuador-hay-1229089-adultos-mayores-28-se-siente-desamparado&catid=68%3Aboletines&Itemid=51&lang=es)

# ANEXOS

